RORET

Collectio[n]

DE

MANUE[LS]

FORMANT UNE

Encyclopé[die]

DES

SCIENCES ET DES A[RTS]

Format in-18



DISTILLATI[ON]

DE LA

BETTERAVE

ET DE LA

POMME DE TE[RRE]

Prix : 3 fr







ENCYCLOPÉDIE-RORET

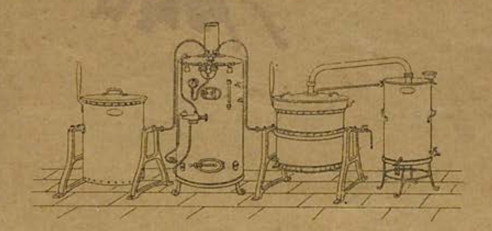
DISTILLATION

DE LA

BETTERAVE

ET DE LA

POMME DE TERRE



PARIS

ENCYCLOPÉDIE-RORET

L. MULO, LIBRAIRE-ÉDITEUR

12, RUE HAUTEFEUILLE, 12

ENCYCLOPÉDIE-RORET

DISTILLATION

DE LA

BETTERAVE

ET DE LA

POMME DE TERRE

MANUELS-RORET

NOUVEAU MANUEL COMPLET

DE LA

DISTILLATION

DE LA

BETTERAVE

DE LA

POMME DE TERRE

ET DES RACINES FÉCULENTES OU SUCRÉES

DESQUELLES ON PEUT EXTRAIRE
DE L'ALCOOL, TELLES QUE : LA CAROTTE, LE RUTABAGA,
LE TOPINAMBOUR, L'ASPHODÈLE, ETC., ETC.

PAR

E. HOURIER et F. MALEPEYRE

NOUVELLE ÉDITION

Entièrement refondue, augmentée des nouveaux procédés et appareils de distillation

PAR

Albert LARBALÉTRIER

Professeur à l'Ecole d'Agriculture de Grand'Jouan.

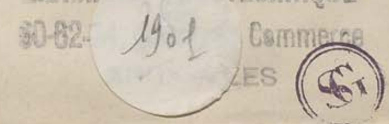
Ouvrage accompagné de trois planches gravées.

PARIS

ENCYCLOPÉDIE-RORET

L. MULO, LIBRAIRE-ÉDITEUR

12, RU[illegible]ILLE, 12



AVIS

Le mérite des ouvrages de l'**Encyclopédie-Roret** leur a valu les honneurs de la traduction, de l'imitation et de la contrefaçon. Pour distinguer ce volume il porte la signature de l'Éditeur, qui se réserve le droit de le faire traduire dans toutes les langues, et de poursuivre, en vertu des lois, décrets et traités internationaux, toutes contrefaçons et toutes traductions faites au mépris de ses droits.

L. Roret

NOUVEAU MANUEL COMPLET

DE LA

DISTILLATION

DE LA BETTERAVE

DE LA POMME DE TERRE

CHAPITRE PREMIER

ALCOOLISATION DE LA BETTERAVE

Sommaire. — I. Introduction. — II. La Betterave de sucrerie. — III. La sucrerie et la distillerie. — IV. Des divers systèmes économiques de distillation de la Betterave. — V. Procédés divers pour l'extraction de l'alcool de Betterave. — VI. Distillation des cossettes avec le jus, procédé Leplay. — VII. Distilleries industrielles de Betteraves. — VIII. Valeur des pulpes de distilleries. IX. Installation pratique des distilleries de Betteraves. — X. Procédés divers d'alcoolisation de la Betterave. — XI. Les Betteraves de distillerie. — XII. Alcoolisation de la carotte, des rutabagas navets, raves.

I. — Introduction.

Il y a soixante ans à peine, la betterave n'était guère considérée comme plante industrielle, et l'on était loin de penser que sa culture prendrait l'extension qu'elle a acquise aujourd'hui, au double point de vue de l'extraction du sucre et de l'extraction de l'alcool.

En fort peu d'années, cette plante a acquis une im-

portance considérable dans l'industrie de la distilla-tion, tant en France qu'en Allemagne, et cette importance s'est encore accrue dans ces derniers temps par suite des maladies sans nombre (oïdium, mildew, phylloxéra, etc.) qui règnent sur la vigne, maladies qui ont sensiblement diminué notre production de vin et qui ne permettent plus guère de distiller ce liquide ; elle s'est encore accrue tout récemment par suite de l'instabilité de la législation sur les sucres, qui a fait que bon nombre de sucreries se sont transformées en distilleries de betteraves. Les chiffres suivants qui indiquent les quantités d'alcool produites par le fait de la distillation de la betterave, depuis 1850, démontrent bien ce que nous avançons.

De 1850 à 1857....	300.000	hectolitres.
— 1865 à 1869....	300.449	—
— 1870 à 1875....	313.771	—
1876..........	243.337	—
1877..........	272.883	—
1878..........	331.716	—
1879..........	364.714	—
1880..........	429.878	—
1881..........	563.240	—
1882..........	556.056	—
1883..........	629.998	—
1884..........	569.257	—
1885..........	465.541	—
1886..........	525.317	—
1887..........	793.006	—
1888..........	533.416	—
1889..........	720.638	—

Comme on le voit, la production de l'alcool de betterave suit une marche progressive et ascendante.

Aujourd'hui, on compte en France environ 160 usines ou distilleries de betteraves, produisant environ 150.000 hectolitres d'alcool par an.

Lorsqu'au commencement de ce siècle, l'état politique de la France ne permettait qu'avec difficulté de se procurer le sucre des colonies, on proposa d'extraire cette matière précieuse de la betterave où l'on avait constaté qu'on la rencontrait dans la proportion de 5 à 11 pour 100. Mais si le chimiste dans son laboratoire parvenait à extraire tout le sucre contenu dans la betterave, il n'en était plus de même quand on voulait appliquer les procédés qu'il employait à une opération manufacturière, et la question de l'extraction économique du sucre de cette racine n'était pas encore résolue. Cependant, le prix très élevé du sucre de canne ayant déterminé quelques fabricants à faire des tentatives, quelques succès dans ce genre de fabrication, tout en encourageant les plus timides, permirent aussi d'acquérir une expérience qu'on mit à profit pour essayer de nouveaux perfectionnements. Bientôt même, d'heureux efforts, dus à la science et à la pratique, apprirent à extraire en grand une plus grande proportion de la quantité du sucre contenu dans la betterave, et, à la paix de 1815, malgré l'abaissement considérable qui survint dans le prix du sucre colonial, la fabrication du sucre de betterave, ébranlée d'abord, ne tarda pas à prendre un nouvel essor, et, sous l'empire d'une consommation toujours croissante, à acquérir un développement rapide et sans exemple peut-être dans les annales de l'industrie, et enfin à lutter à armes égales avec la fabrication du sucre de canne des colonies que la nature semblait cependant avoir comblées sous ce rapport de ses dons les plus précieux.

Aujourd'hui, la fabrication du sucre de betterave est une industrie nationale et vivace, que toutes les mesures fiscales prises en faveur des colonies ne pourront plus anéantir, et qui, en raison de la nouvelle loi de 1884, laquelle perçoit l'impôt non plus sur le sucre fabriqué, mais sur les quantités de betteraves mises en œuvre, a encore reçu de nouveaux développements.

Nous avons dit que depuis quelques années des maladies terribles, causées par des insectes et des champignons microscopiques, avaient envahi la vigne et avaient peu à peu annulé les produits de ce précieux arbuste, mais s'il est impossible d'imiter de toute pièce nos vins français naturels, surtout les crus renommés de Bordeaux et de Bourgogne, il n'en est pas de même de l'alcool qu'on demandait encore en France, au commencement du siècle qui vient de finir, exclusivement à la vigne, et rien ne devait empêcher de chercher à se procurer ce liquide avec les autres matières naturelles que l'on savait renfermer du sucre et, par conséquent, être propres à le fournir. Le choix de la matière pour extraire économiquement l'alcool s'est fixé sur la betterave, dont on connaissait déjà, par une expérience consommée, la culture, la composition et le traitement économique, et c'est ainsi qu'a pris naissance et s'est développée tout à coup cette nouvelle branche d'industrie qui a pour but la distillation de la betterave et la conversion en alcool du sucre qu'elle renferme, branche d'industrie dont nous nous proposons d'exposer sommairement les moyens dans ce Manuel.

Qu'on n'imagine pas ici, qu'en cherchant ainsi à favoriser le développement de l'extraction de l'alcool de la betterave, nous avons le moins du monde en vue de diminuer l'importance de la fabrication du vin, qui est une des richesses du sol de la France ; au contraire,

nous pensons qu'en ne demandant plus à la vigne la plus grande partie de l'alcool qu'on consomme pour les besoins des arts, et en perfectionnant la fabrication des vins qu'on destine à être brûlés, on rendrait aux classes pauvres un service signalé en leur permettant, par un abaissement du prix, de pouvoir se procurer plus aisément une boisson propre à soutenir et réparer leurs forces et à entretenir leur énergie, réparation qu'elles demandent en grande partie aujourd'hui aux alcools de toute origine.

Cette opinion du reste ne nous est pas particulière, et déjà elle avait été mise en avant en 1845 par M. Dubrunfaut, auquel on sait que l'industrie de la fabrication du sucre de betterave et l'extraction de l'alcool de cette racine doivent de très heureux perfectionnements, et il l'a reproduite en 1854 dans une *Notice sur la fabrication des alcools fins*, dans laquelle il s'exprime ainsi :

« En faisant la proposition de renoncer à la vigne comme moyen de produire de l'alcool, nous n'avons eu nullement la pensée d'amoindrir dans la vénération des hommes une culture qui constitue l'une des grandes richesses de notre pays, et, alors même que le problème posé par nous eût obtenu de la pratique la solution la plus large possible, nous pensons encore que la vigne, déshéritée en partie, conserverait encore longtemps le privilège de fournir aux consommateurs ces alcools parfumés, qu'ils consentent à payer chèrement, parce que d'anciennes habitudes les leur ont signalés dans les produits des Charentes et dans les trois-six Montpellier eux-mêmes.

» Cependant si le goût des consommateurs venait à enlever à nos alcools de vins tout leur prestige en se reportant sur des eaux-de-vie que l'art leur aurait sub-

stituées, si le commerce enfin allait s'approvisionner d'eaux-de-vie à d'autres sources qu'à celles de la vigne, pense-t-on que ce produit précieux de notre sol fût perdu pour la richesse publique ? Il n'en est rien.

» Quoi que l'on fasse pour arriver à imiter nos vins, ceux-ci conserveront longtemps encore, sans doute, le privilège de constituer l'une des bases essentielles de l'alimentation de l'homme. D'une autre part, combien d'hommes sont privés du privilège de réparer leurs forces, même avec des vins de médiocre qualité ?

» N'est-ce pas un spectacle déplorable, en présence de ce fait, de voir fabriquer des vins destinés à la chaudière ? Peut-on croire, en effet, que le sol si précieux et si fécond du Languedoc, que son climat si favorable à la maturation du raisin, ne soient pas maintenus dans leur privilège naturel de servir de base à la fabrication des vins, alors même que les cultures assolaires du Nord lui enlèveraient la ressource des alambics ? Les vins du Languedoc sont peu propres à la boisson parce qu'ils sont préparés sans soins et avec une mauvaise variété de vignes (le terret et l'aramon). Que le Languedoc perde son privilège de faire du trois-six, il n'y perdra rien en réalité, forcé qu'il sera de perfectionner ses plants, sa culture, et par suite la fabrication de ses vins, pour leur donner ce qui leur manque aujourd'hui, c'est à dire la propriété de se conserver et les autres qualités que réclament les consommateurs.

» En effet, dans les années de disette de vins, la moitié ou les trois quarts des vins destinés ordinairement à la chaudière passent dans le commerce de vins pour alimenter la consommation en nature. Ces vins ne sont donc pas radicalement impotables, et il

serait facile de démontrer qu'avec des soins convenables on arriverait à les rendre tous potables. »

II. — La betterave de sucrerie.

Nous n'avons pas l'intention de présenter ici la description botanique ou économique des différentes variétés de betteraves à sucre, d'indiquer les sols qui leur conviennent, les engrais qu'on doit leur appliquer, leur mode de culture, de récolte et de conservation, parce que ce sont autant de questions qui sont du ressort de l'agriculture, et qu'on les trouve d'ailleurs résolues dans tous les traités d'agriculture aux articles qui concernent cette racine ; mais nous ne pouvons nous dispenser avant tout, et pour donner une idée générale de la fabrication que nous nous proposons de décrire, de faire connaître les résultats de l'analyse chimique de cette racine.

On trouve dans beaucoup de traités des détails sur la composition chimique de la betterave, cette composition n'est pas toujours la même et varie suivant les terrains ; les éléments que cette racine contient s'y présentent dans les proportions suivantes :

Eau	de 83	à 94
Sucre..................	de 3	à 11
Albumine.............	de 0.8	à 1.8
Ligneux	de 0.1	à 3.2

avec d'autres substances colorantes, calcaires, alcalines, etc.

M. Payen, qui a fait l'analyse chimique de la betterave blanche de Silésie réduite en pulpe au moyen des râpes et des presses, a trouvé pour sa composition moyenne :

Eau	83.5
Sucre et traces de dextrine (environ 0.1).	10.5
Cellulose et pectose (qui restent dans la pulpe)	0.8
Albumine, caséine et 2 autres substances azotées	1.5
Matières grasses	0.1
Acides malique, pectique, pectine, substance gommeuse, matières aromatique, colorable et colorante, huile essentielle, chlorophyle, oxalate et phosphate de chaux, phosphate de magnésie, chlorhydrate d'ammoniaque, silicate, azotate, sulfate et oxalate de potasse, chlorures de sodium et de potassium, pectates de chaux, de potasse et de soude, soufre, silice, oxyde de fer, etc	3.6
	100.0

Un chimiste de Magdebourg, M. F. Michaelis, qui s'est beaucoup occupé des phénomènes que présente le jus de betterave, quand on le traite par divers agents, a affirmé que le jus de betteraves mûres et non altérées ne renfermait pas de pectine ; mais, quel que soit le dissentiment des chimistes sur quelques-uns des éléments qui entrent dans la composition des betteraves, ce qu'il importe pour nous de constater, c'est que cette racine, quand elle est de bonne qualité, et a été cultivée dans un bon sol, peut renfermer de 10 à 12 pour 100 de sucre d'une nature absolument semblable au sucre de canne.

Jetons maintenant un coup d'œil rapide et rétrospectif sur la découverte du sucre dans la betterave,

sur la fabrication de ce sucre et les phases successives qu'elle a eues à parcourir, et enfin sur la découverte des moyens propres à convertir ce sucre en alcool.

Margraff est le premier qui ait reconnu la présence du sucre dans la betterave et qui en ait signalé l'existence dans son *Traité de chimie élémentaire*, publié à Berlin en 1747. Ce chimiste distingué aurait même, dès cette époque, dans un mémoire présenté à l'Académie des sciences de Berlin, envisagé l'extraction de ce sucre d'une manière large, mais toutefois purement agricole. Du moins c'est ce qui résulte de la lecture de ce mémoire dans lequel il s'exprime ainsi :

« Ce qui a été rapporté jusqu'à présent fait voir en général quels usages économiques on pourrait tirer de ces expériences ; il me suffira d'en indiquer un seul, qui est même le moindre. Le pauvre paysan, au lieu du sucre cher, ou d'un mauvais sirop, pourrait se servir de notre sucre de plantes, pourvu qu'à l'aide de certaines machines, il exprimât le suc de ces plantes, qu'il le dépurât en quelque façon et qu'ensuite il le fît épaissir jusqu'à consistance de sirop : ce suc épaissi serait assurément plus pur que le sirop ordinaire et noirâtre du sucre, et peut-être même, que ce qui resterait après l'expression pourrait encore avoir son utilité. »

Ce ne fut cependant qu'environ 50 ans plus tard, que Koppi et Achard, de Berlin, cherchant à mettre à profit la découverte de Margraff, tentèrent quelques essais industriels qui, sans promettre encore des résultats bien avantageux, commencèrent à mettre sur la voie et à attirer l'attention des hommes d'Etat et des fabricants.

A peine la nouvelle de ces essais parvint-elle en France, où régnait alors le blocus continental, que

1.

quelques bons esprits saisirent toute la portée de cette découverte, et l'Institut, chargé de faire un rapport sur ce sujet, déclara, par l'organe de Deyeux, que cette fabrication présentait le plus grand intérêt, et que le gouvernement, dans les circonstances où l'on était placé, devait favoriser de tout son pouvoir cette industrie. Ce jugement, émané d'un corps savant si haut placé, détermina en effet le gouvernement à établir quatre sucreries impériales et à encourager la culture de la betterave. Ces sucreries servirent d'abord de modèle, et, sous l'influence des mesures prises par l'administration publique, on vit aussi s'établir plusieurs sucreries particulières; mais les moyens étaient encore tellement imparfaits et les appareils si peu économiques, que le sucre de betterave revenait encore, en 1811 et 1812, à 5 fr. le kilogramme au producteur, prix auquel on n'osait pas encore se hasarder à fabriquer sur une grande échelle.

Les désastres de la campagne de Russie, l'invasion de la France par les armées étrangères, la cessation, lors de la paix, du blocus continental de 1812 à 1813, renversèrent la plupart des fabriques établies sur des bases aussi peu économiques et firent craindre un moment la chute complète de cette industrie.

III. — La sucrerie et la distillerie.

Mais peu à peu, grâce à l'esprit d'invention de quelques fabricants, aux découvertes de la chimie, aux progrès de nos connaissances en économie industrielle, et enfin à une certaine direction agricole que Chaptal, Mathieu de Dombasle, M. Dubrunfaut et autres, surent imprimer à cette industrie, elle recommença à relever la tête, malgré la redoutable concurrence que

lui faisait le sucre colonial ; et, en 1830, abandonnant enfin la voie agricole où l'on avait cru devoir l'engager à son enfance et dans ses premiers développements, elle prit tout à coup une allure purement manufacturière. C'est à dater de ce moment que la fabrication du sucre de betterave a reçu des développements véritablement merveilleux, dus à l'invention d'une foule de procédés ingénieux, sûrs et économiques, qui l'ont portée au point de perfection où nous la voyons aujourd'hui et lui ont conquis une place importante dans l'industrie nationale.

Quittons maintenant cet exposé bien sommaire d'une industrie qui s'exerce sur la betterave, pour nous occuper d'une autre industrie où cette racine sert aussi de matière première et qui fait plus spécialement l'objet du présent Manuel.

Dès que Margraff eut découvert que la betterave contenait du sucre analogue à celui de canne et qu'Achard eut démontré qu'on pouvait extraire ce sucre par voie manufacturière, il n'est pas de chimiste, pas de fabricant qui n'ait conçu aussitôt l'idée que la betterave pouvait tout aussi bien servir à la fabrication de l'alcool qu'à celle du sucre. Il suffit pour cela de savoir que, lorsqu'on fait fermenter les liqueurs qui contiennent du sucre de canne en dissolution à l'aide de la levure ou autrement, le sucre se transforme d'abord en glucose ou sucre de raisin dont les éléments se désassocient pour se réunir dans un autre ordre et former deux nouveaux composés, à savoir : l'alcool qui reste presque en totalité dissous dans la liqueur qui est devenue alcoolique, alcool qu'on peut extraire par la distillation ; et l'acide carbonique gazeux dont une partie reste en solution dans la liqueur, tandis que l'autre se dégage et donne lieu à ce pétillement plus ou

moins vif qui caractérise la fermentation alcoolique.

Cette transformation chimique parfaitement connue depuis longtemps, personne n'avait cependant songé, avant 1817, à l'appliquer au jus sucré produit par la betterave ; les eaux-de-vie de vin abondant en France, au commencement de ce siècle, la distillation des grains et des pommes de terre fournissaient sans doute des quantités d'alcool au niveau des besoins et à un prix suffisamment bas pour qu'on n'ait pas jugé opportun de s'occuper de l'extraction de ce liquide du jus des betteraves ou pour qu'il n'y eût pas profit à s'occuper de cette extraction. Mais à cette époque parut le *Traité de l'art de la distillation*, de Lenormand, où il est question, d'une manière assez vague, de la fabrication de l'eau-de-vie de betterave. Il est impossible en effet que, dans un traité *ex professo* sur la distillation, et où l'on est obligé de signaler à l'attention du lecteur toutes les matières végétales qui sont susceptibles de fournir du sucre, et par conséquent de l'alcool, on n'ait pas à cette époque cité la betterave pour en extraire ce dernier produit, mais il y a loin de là à une description complète de cette fabrication et des moyens économiques pour la diriger avec profit.

Mathieu de Dombasle, qui avait beaucoup mieux compris l'importance agricole et manufacturière de la betterave, n'a pas plus tard laissé échapper l'idée de cette fabrication et a cherché aussi à la propager, mais sans toutefois pouvoir encore fournir, soit aux agriculteurs, soit aux fabricants, les moyens propres à mettre cette industrie en pratique.

M. Dubrunfaut, auquel l'industrie sucrière doit de si heureux perfectionnements, peut, à juste titre, être considéré comme le créateur de cette nouvelle appli-

cation de la betterave ; écoutons-le d'ailleurs lui-même exposer ses droits à cette application dans sa *Notice sur la fabrication des alcools fins*, p. 11 et suivantes :

« Je crois avoir le premier indiqué la betterave comme pouvant fournir la matière première d'une distillerie agricole, dans mon *Traité de distillation*, publié en 1824. A cette époque j'ai décrit un procédé préconçu pour l'exécution de la distillation des betteraves. En 1825, j'ai indiqué le rôle que peuvent jouer les acides dans la fermentation des jus de betteraves, sans fixer de dose ni de procédés pour leur emploi. De 1828 à 1852, plusieurs essais de distillation de betteraves ont été tentés par divers industriels, et plusieurs brevets même ont été pris pour des procédés propres à réaliser cette industrie. Toujours est-il que, de quatre ou cinq fabriques qui ont tenté de distiller la betterave dans cette période d'années, pas une n'a persisté dans ses travaux. Dès longtemps j'avais songé à des moyens de distiller utilement les betteraves, sans m'être jamais trouvé en position de les vérifier manufacturièrement. Cependant, dès 1845, assuré de l'efficacité de ces moyens, je les avais mis au nombre des réalisations industrielles que j'aurais à examiner ; mais, pour tenter utilement de pareilles créations, il faut des conditions exceptionnelles, c'est-à-dire de hauts prix dans les produits fabriqués, pour indemniser les entrepreneurs des frais d'expériences, qui sont inséparables des innovations industrielles. C'est avec ces préoccupations que je fis imprimer, en 1845, une brochure sous ce titre : *La vigne remplacée par la betterave, etc., pour la production de l'alcool*. Mais les hauts prix des alcools s'étant maintenus trop peu de temps, ne me permirent pas de réaliser les vues de ma brochure.

» En 1852, le prix de l'alcool étant suffisamment rémunérateur, je songeai à réaliser mes projets de distillation des betteraves. Je fis des ouvertures en ce sens à MM. Bernard frères, de Lille, Tilloy et Delaune, de Courrière, Castiau et C[ie], de Vieux-Condé, à MM. Lanet et Charbonneau, de Tournus, à MM. Petiot et Bonardot, de Chalon, et mes propositions furent mal accueillies, parce que, n'ayant pas la sanction de l'expérience et n'ayant pas fait ses preuves, la distillation des betteraves, de même que les procédés que je voulais mettre en œuvre, ne pouvaient, auprès d'hommes positifs, trouver l'accueil qu'y trouvent des industries créées et exploitées au vu et au su de tout le monde; et telle était la nullité des tentatives faites pour la distillation des betteraves avant nos travaux, que les industriels distingués auxquels je m'adressai et que je viens de nommer, ignoraient complètement que des tentatives quelconques eussent été faites précédemment pour créer cette nouvelle industrie, ou, s'ils les connaissaient, ils n'y rattachaient que des souvenirs de revers.

» Vers la fin de septembre 1852, cependant, M. Petiot, industriel fort distingué de Chalon, à qui j'avais fait des propositions, quelques mois auparavant, pour tenter dans sa sucrerie la mise en œuvre de mes procédés de distillation de betteraves, vint me demander de réaliser ces propositions. Un traité fut fait entre nous et eut son exécution immédiate, avec obligation de faire breveter les procédés que j'allais mettre en œuvre.

» Dans la campagne de 1852 à 1853, en effet, cinq millions de kilogrammes de racines ont été transformés en alcool dans la sucrerie de MM. Petiot et Bonardot, située aux Alouettes, près Chalon-sur-Saône.

» Vers le mois de janvier 1853, convaincu des avan-

tages des méthodes que j'avais mises en œuvre pour la distillation des betteraves, je m'adressai de nouveau à MM. Bernard frères et aux frères Tilloy, pour les engager à examiner la question que j'avais résolue aux Alouettes, et pour les engager en outre à entrer pour leur propre compte dans cette voie. MM. Tilloy-Delaune, de Courrière, et Gustave Tilloy, de Boistrancourt, justement réputés pour leur haute capacité, acceptèrent cette proposition. Ils vinrent passer une quinzaine de jours aux Alouettes dans le courant de mars 1853, et ils retournèrent chez eux parfaitement édifiés sur les résultats économiques des travaux de distillation qu'ils avaient vu pratiquer, et avec la résolution de mettre en œuvre pour leur propre compte, dans la campagne de 1853-1854, l'industrie que je venais de créer. La quantité et la qualité des produits, de même que l'ensemble des appareils à mettre en œuvre pour les obtenir, tout avait été ébauché d'une manière suffisamment complète pour pouvoir au besoin être imité servilement.

» Dès juin et juillet 1853, MM. Tilloy-Delaune et G. Tilloy se mirent en mesure de transformer leurs sucreries à l'imitation de celle des Alouettes. Ces transformations ne se firent pas sans bruit. MM. Bernard frères, dont la haute position commerciale et industrielle exerce dans le nord de la France une si grande et si honorable influence, participaient à la décision des frères Tilloy en acceptant la transformation de l'usine barytique de Courrière, dans laquelle ils ont un grand intérêt, en distillerie de betteraves. Ces faits, et les noms honorables et justement influents des hommes qui s'y rattachaient, appelèrent l'attention publique sur la création nouvelle et les signalèrent à l'imitation des industriels qui, par leur position, pouvaient les imiter.....

» Cette féconde industrie, qui promet à la sucrerie indigène une nouvelle source de prospérité, je l'avais nettement indiquée dans toutes ses phases, agricole et industrielle, dans une brochure de 1845.

» Le problème posé à cette époque se trouve aujourd'hui parfaitement résolu, car les distilleries de betteraves annexes des sucreries auront produit, dans la campagne de 1853-1854, 12 à 15,000 pipes d'alcool fin remplaçant les trois-six Montpellier dans tous leurs usages, et s'alliant même avec avantage, dans beaucoup de cas, à nos fines eaux-de-vie des Charentes, au kirsch, aux eaux-de-vie de grains, etc. »

Avant de procéder à la description des divers procédés qui ont été proposés pour extraire l'alcool de la betterave, nous aurions pu entrer dans des détails sur la nature et les propriétés de l'alcool, sa composition et son mode de production ; mais nous aimons mieux renvoyer pour cet objet au *Manuel du Distillateur* qui fait partie de l'*Encyclopédie-Roret*, où se trouvent consignés les détails les plus étendus sur ce sujet et dont nous supposerons que le lecteur a pris connaissance.

IV. — Des divers systèmes économiques de distillation de la betterave.

Quoique l'alcoolisation de la betterave soit plus simple que celle des grains et des pommes de terre, par ce fait même que la racine qui nous occupe contient du sucre tout formé qu'il suffit de faire fermenter, tandis que dans la pomme de terre et les grains, la matière amylacée doit tout d'abord être saccharifiée, c'est-à-dire transformée en sucre ou glucose, malgré cette simplicité, disons-nous, il existe plusieurs systèmes économiques de distiller la betterave.

Nous allons tout d'abord les étudier dans leur ensemble, nous développerons ensuite les plus pratiques et les plus généralement employés par l'industrie moderne.

Ce qu'il importe surtout dans un établissement industriel, c'est qu'il soit fondé sur les meilleurs principes économiques. Ces principes ne sont pas toujours faciles à reconnaître et à appliquer, surtout quand il s'agit d'une fabrication nouvelle et qui n'a pas de précédents propres à lui servir de guide ; telle a été la fabrication du sucre de betteraves à laquelle il a fallu plus d'un demi-siècle avant d'atteindre ce point de perfection économique où nous la voyons arrivée aujourd'hui. Mais il n'en est pas de même de l'extraction de l'alcool des betteraves. Avant d'entreprendre l'exploitation de cette industrie, on connaissait parfaitement la composition de cette racine, la quantité de sucre qu'elle renferme, les divers procédés pour épuiser le sucre qu'elle contient, l'effet des acides, des ferments sur ses principes, et enfin le capital, le matériel dont on a besoin et les éléments économiques d'après lesquels on devait mettre le tout en œuvre. On entrait donc en fabrication avec une foule de connaissances acquises et qu'on pouvait appliquer immédiatement à la nouvelle industrie. On n'a proposé néanmoins jusqu'à présent que deux systèmes, qui ont chacun leurs partisans et leur mérite particulier et qu'on peut recommander suivant les circonstances. Voici sur quels principes chacun de ces systèmes est fondé :

Premier système. — On propose dans ce système d'employer le matériel des sucreries, tel qu'il existe actuellement, à l'extraction de l'alcool de betterave, et de l'utiliser tantôt pour la fabrication du sucre, tantôt

pour celle de l'alcool. M. Dubrunfaut a été principalement le promoteur de ce système ; il s'est attaché, dans une brochure publiée en 1845 sur ce sujet, à en développer les avantages.

« La distillation des betteraves en nature, dit-il dans cette brochure, a été tentée à diverses époques, mais sans résultats. Une seule personne paraît l'avoir pratiquée avec avantages, et n'a pas trouvé d'imitateurs.

» Cette opération agricole et manufacturière peut donc, au point de vue de l'application, être considérée comme un problème à résoudre.

» En effet, considérée comme opération isolée, la distillation des betteraves ne peut offrir plus d'avantages que la distillation des pommes de terre, et elle entraînerait à des dépenses d'installation qui pourraient repousser beaucoup d'industriels.

» Ce n'est point ainsi que nous avons envisagé la distillation des betteraves, et c'est en cela que notre idée peut être considérée comme neuve et utile. Cette opération ne nous a paru devoir être profitable, économique et constamment productive, qu'en étant liée aux sucreries agricoles.

» En effet, nos sucreries agricoles, qui existent encore en grand nombre, malgré l'impôt qui frappe leurs produits, peuvent fort économiquement et promptement être transformées en distilleries.

» Elles renferment, tout monté et organisé, la majeure partie du matériel utile à la distillation des betteraves.

» Ainsi, la machine à vapeur, les râpes, les presses pour l'extraction du jus, les chaudières à déféquer, les pompes et réservoirs à eau, les laveurs, constituent un matériel fondamental de distillerie ; et il ne reste, pour compléter le matériel utile, qu'à monter des cuves à

fermentation et à appliquer aux chaudières évaporatoires des organes d'appareils destinés à en faire à volonté de véritables alambics.

» Nous évaluons qu'une dépense de 10 à 12.000 francs suffirait à la transformation complète en distillerie d'une sucrerie qui habituellement manipule en quatre mois 2 millions de kilog. de racines ; tandis qu'une pareille distillerie ne pourrait se monter d'une manière complète, y compris les bâtiments, sans dépenser au moins 80 à 100.000 francs.

» On comprend, d'après cette donnée, la supériorité de notre plan.

» En proposant cette annexe de la distillation à la fabrication des sucres, nous ne croyons pas qu'il convienne le plus souvent aux fabricants de sucre de manipuler toute leur récolte en alcool. Nous croyons, au contraire, qu'en se mettant en mesure de fabriquer avec leur récolte ou du sucre, ou de l'alcool, ou plutôt les deux produits successivement, ils auront un avantage incontestable.

» D'abord ils ne feront, pour réaliser cette faculté, qu'une dépense qu'on trouvera fort modique, si on la met en présence des avantages divers qu'elle doit leur procurer.

» D'une autre part, les cours des sucres et des alcools leur permettront de choisir pour leur fabrication le produit qui leur offrira le plus d'avantages ; et, comme le passage de l'une à l'autre fabrication pourra se faire avec une extrême facilité, il leur sera toujours loisible, en cours de fabrication, de renoncer à un produit pour prendre les bénéfices de l'autre.

» Cette année, par exemple (année 1854), se présenterait d'une manière admirable pour procéder à cette transformation.

» L'alcool, porté à un prix fort élevé à la suite de deux mauvaises récoltes, ne promet pas une baisse grande et prochaine ; il offrirait ainsi au fabricant la perspective de profiter des bénéfices que les cours actuels assignent à cette fabrication (1).

» D'une autre part, les éventualités qui se rattachent à la récolte des vignes peuvent encore accroître les avantages de l'annexe proposée.

» D'une autre part encore, l'avenir des sucres, livré à lui-même, ne paraît pas rassurant, si l'on envisage la marche qu'il devra suivre en présence du développement et du perfectionnement du travail des Antilles, et aussi en présence d'une fabrication indigène croissante que la consommation ne suit pas.

» La distillation partielle des betteraves, survenant dans ces circonstances, serait une bonne fortune immédiate pour l'industrie du sucre indigène.

» Il est évident, en effet, que les fabricants, ayant la faculté de dénaturer une partie de leur récolte en alcool, trouveraient dans cette fabrication un mode de régularisation du cours des sucres, et qu'ils pourraient même avoir recours à cette combinaison dans des circonstances qui n'assigneraient à la distillation aucun profit. La hausse des sucres résultant d'une moindre fabri-

(1) Une pipe d'esprit fin, devant exiger au moins dès le début une consommation d'environ 12.000 kilogrammes de racines, coûtera au fabricant à peu près 300 fr. Cette même pipe produit à la vente, au moment où nous écrivons, 600 fr., soit un bénéfice de 100 pour 100. Au cours auquel l'alcool se vend pour l'année prochaine, elle produirait 480 fr., soit un bénéfice de 60 pour 100. 12.000 kilogrammes de racines manipulées en sucre donnent 840 kilogrammes de sucre brut au plus, qui, dans le plus grand nombre des sucreries, ne rendent pas en ce moment un bénéfice net de plus de 84 francs. Donc il y a supériorité économique dans la production de l'alcool.

cation pourrait en effet, à elle seule, justifier une manipulation partielle de betteraves en alcool.

» D'autres avantages se rattacheraient encore à cette combinaison pour consolider d'une manière définitive la fabrication du sucre indigène.

» Le fabricant de sucre, devenu distillateur, cumulerait deux professions, qui s'entr'aident mutuellement.

» Ainsi, par exemple, des betteraves ou des jus altérés par des accidents de fabrication, et qui ne sont plus propres à la production du sucre cristallisable, peuvent encore fournir utilement de l'alcool.

» Les mélasses, qui sont un résidu habituel de la fabrication du sucre, fournissent un aliment à la distillation, et les fabricants distillateurs pourraient se livrer à ce travail pendant le chômage dont l'usine est frappée à la suite du travail des sucres.

» Nous pensons encore que le fabricant de sucre distillateur pourrait tirer un très grand parti des faits suivants :

» Les betteraves récemment récoltées rendent le maximum de sucre, et celles qui, au contraire, ont subi l'ensilage, rendent le minimum ; de là l'utilité, pour le fabricant, d'avoir un matériel immense pour exécuter sa fabrication dans le temps le plus court possible, d'octobre à décembre, par exemple, soit trois mois de campagne effective. Il résulte donc de ce fait une immobilisation du matériel de sucrerie pendant neuf mois de l'année, c'est-à-dire pendant les trois quarts du temps.

» La distillation, au contraire, n'admet pas de grande différence entre les betteraves récemment récoltées et celles qui ont été ensilées (1).

(1) Il aurait fallu dire ici, pour être dans le vrai, que le travail de la distillation a moins à souffrir que le travail du sucre des alté-

» On peut déjà conclure de ces faits que, si le fabricant de sucre distillateur avait à partager ses travaux entre le sucre et l'alcool, il devrait rationnellement faire du sucre d'abord au commencement de la campagne, puis réserver la distillation pour l'époque où les racines, devenues moins propres au travail des sucres, sont encore tout aussi productives en alcool.

» Dans cet ordre d'idées, on tirera de suite les conséquences suivantes comme avantages pouvant résulter de la transformation facultative d'une sucrerie en distillerie.

» Un fabricant pourrait et devrait planter une quantité de betteraves double de celle qu'il manipule habituellement en sucre d'octobre à décembre. Il continuerait cette manipulation dans les conditions normales, puis il consacrerait à l'alcool les mois de janvier à mars. Il aurait ainsi six mois de campagne effective.

» Si quelque circonstance agricole ou commerciale venait assigner quelque supériorité de cours à l'un ou à l'autre de ces deux produits, le sucre ou l'alcool, il pourrait faire alors dans ses travaux une part plus large ou même une part exclusive au produit le plus lucratif.

» Il y a enfin là tout un avenir nouveau pour nos sucreries indigènes, avenir qui, au lieu de les éloigner du but agricole qu'elles se proposent, les aidera au

rations diverses qu'éprouvent les racines par la conservation en silos. Tout le sucre qui disparaît dans les silos est prélevé sur le rendement en sucre comme il l'est sur le rendement en alcool ; mais cette perte est relativement plus grande pour le sucre que pour l'alcool. Ce qui a motivé l'erreur que nous corrigeons ici, c'est que nous avions supposé qu'il se formait en silos du sucre incristallisable, tandis que les expériences nous ont prouvé depuis que le plus souvent il y a simplement disparition de sucre cristallisable.

contraire à développer sur une échelle plus large le perfectionnement de la culture et l'amélioration du sol. »

Second système. — Dans ce système, l'extraction de l'alcool est une annexe des exploitations rurales, mais avec toutes les dispositions propres à permettre l'exploitation de ce produit sans nuire aux cultures et aux autres travaux de la ferme. Ce système s'appuie principalement sur le procédé de M. Champonnois, qui en effet est très propre à être appliqué dans une exploitation rurale ; mais, d'un autre côté, on conçoit qu'il entraîne cet établissement à des frais assez considérables pour se procurer le matériel nécessaire à cette extraction ; qu'une opération industrielle n'est profitable qu'autant qu'elle est continue, constamment exercée et appliquée pour qu'il n'y ait pas perte d'intérêts des capitaux engagés ; que l'agriculteur ne peut pas toujours lutter contre le fabricant de profession, qui par la masse de ses capitaux, l'étendue de sa fabrication, l'expérience qu'il acquiert, les débouchés dont il s'empare, exerce nécessairement une pression sur l'agriculteur-manufacturier. D'un autre côté, l'agriculteur a cet avantage sur le fabricant, c'est d'utiliser sur place les résidus de la fabrication et les engrais qui en proviennent ; mais, d'un autre côté, ce même agriculteur, placé à proximité des sucreries et distilleries, peut très bien se procurer ces matières à des prix extrêmement réduits.

On a cité, pour faire ressortir le désavantage des manufactures agricoles, l'exemple des distilleries belges. Il existe en effet dans ce pays environ 200 petites distilleries agricoles qui sont favorisées par les lois fiscales à l'exclusion des grandes distilleries purement industrielles, qui vendent leurs résidus. Mais,

telle est encore là la supériorité de la direction purement industrielle des distilleries de grains, que les petites distilleries, malgré la protection du fisc, ne peuvent soutenir la concurrence des grandes, et dans ce moment les trois quarts de ces petites distilleries agricoles chôment, quand toutes les grandes distilleries industrielles continuent leurs travaux.

Quoi qu'il en soit, les objections qu'on peut élever contre les distilleries agricoles ne doivent pas trop préoccuper les agriculteurs. Tout dépend en effet du point de vue où l'on se place pour envisager ces établissements ; les circonstances relatives à la localité, à la nature de l'exploitation, au capital disponible et à mille autres encore qu'on ne saurait apprécier d'une manière générale, peuvent seules décider la question de savoir si une distillerie de betteraves sera, oui ou non, avantageuse à l'agriculteur. D'ailleurs, quand une industrie est, comme celle qui nous occupe, en état de progrès, qu'on discute de tous les côtés de son avenir, que tout le monde se préoccupe de ses perfectionnements, n'est-il pas évident qu'il ne tardera pas à s'établir une ligne de démarcation tranchée entre les moyens de fabrication à la ferme et dans les distilleries et les sucreries, que ces moyens ne seront applicables avec avantage qu'à chacun de ces deux modes d'exploitation, que tout le monde trouvera son profit à opérer suivant les procédés économiques qu'on aura imaginés, et enfin que le procédé Champonnois est un heureux acheminement vers cet état de choses.

Troisième système. — Dans ce système, les établissements industriels sont uniquement consacrés à la fabrication de l'alcool, que, dans les autres systèmes, on n'obtient que comme produit secondaire ou transitoire.

Ce système est immédiatement l'objet d'une grave objection : c'est qu'à moins de moyens particuliers de conservation, on ne peut opérer sur la betterave que pendant une certaine partie de l'année et, par conséquent, que, dans le reste du temps, l'usine sera obligée de chômer et de perdre ainsi les intérêts des capitaux de premier établissement.

On a vu répondre à cette objection en disant que ces établissements pourraient, quand la betterave viendrait à manquer, distiller les mélasses, les pommes de terre ou autres pulpes végétales propres à fournir des alcools ; mais on conçoit de suite que chaque nature de matière végétale exigerait, pour l'amener à l'état de moût fermenté et distillable, des appareils particuliers ; c'est surcharger un établissement d'un matériel considérable, sans utilité une partie de l'année, et dont les intérêts grèvent la production de frais qui la mettent déjà dans un état d'infériorité relativement aux autres modes de fabrication, et que l'adoption d'un pareil système n'aurait rien d'économique,

On a prétendu aussi qu'en établissant une distillerie pure d'alcool de betterave, il fallait prévoir le cas où la production de l'alcool deviendrait très abondante par la fabrication de ce liquide dans les deux premiers systèmes, et qu'on devait, en conséquence, organiser cette distillerie de manière à pouvoir la convertir au besoin en une sucrerie indigène ; ce conseil peut être bon, mais il est nécessaire de pouvoir en mesurer toute la portée, et, sous ce rapport, nous croyons devoir encore avoir recours à la vieille expérience de M. Dubrunfaut, qu'on a consulté maintes fois sur des questions de cette nature et qui y a constamment répondu, ainsi qu'il l'expose dans sa brochure de 1854, de la manière suivante :

« Si, dit-il, l'établissement de distilleries spéciales de betteraves n'est pas une opération invariablement dangereuse, nous croyons qu'elle a sur l'établissement des sucreries-distilleries, ou plutôt sur la transformation des sucreries en distilleries, une telle infériorité, qu'on ne doit songer à créer ces sortes d'établissements qu'avec beaucoup de réserve.

» En effet, c'est dans la sucrerie ancienne et déjà amortie que se trouvent réunies les conditions les plus avantageuses, toutes choses égales d'ailleurs, pour produire l'alcool de betterave au plus bas prix possible.

» Les établissements récents et non amortis occupent le premier rang après les établissements précédents pour l'économie de la production.

» Enfin les établissements de distillerie purs, autres que les distilleries de mélasses, exigeant la sortie d'un gros capital pour les conditions économiques des sucreries, ne réaliseraient pas le double privilège de ces établissements, savoir : de pouvoir faire à volonté et au choix du sucre ou de l'alcool. Qu'adviendrait-il de ces établissements, si des conditions théoriques ou commerciales nouvelles venaient à intervertir l'ordre de choses actuel en assignant à la production du sucre une supériorité économique sur la production de l'alcool ? Ces établissements ne seraient donc viables qu'à la condition de pouvoir ultérieurement se transformer en sucreries par le renversement des méthodes que nous pratiquons en ce moment pour transformer les sucreries en distilleries.

» Une sucrerie ayant coûté 400,000 francs environ, et pouvant opérer sur une fabrication quotidienne de 100,000 kilogrammes de racines, peut se transformer en sucrerie-distillerie moyennant une dépense de 40,000 francs. La distillerie ne met donc ici, en réalité,

à la charge de l'entrepreneur, qu'une immobilisation de 40,000 francs, soit un dixième du capital déjà employé pour la sucrerie.

» Un industriel qui voudrait, au contraire, monter une pareille distillerie en prévision d'une transformation possible en sucrerie dans les conditions ci-dessus mentionnées, ne dépenserait pas moins de 340,000 francs, et il aurait ainsi, plus tard, une nouvelle dépense de 100,000 francs à faire, s'il voulait passer de l'alcool au sucre.

» On voit donc que la position d'un fabricant de sucre voulant devenir distillateur est toute autre que celle d'un industriel qui n'est pas engagé dans l'industrie : l'un a presque fait toute la dépense pour devenir distillateur, et l'autre a toute la dépense à faire. »

Après avoir présenté les divers systèmes économiques qui ont été proposés pour la fabrication de l'alcool de betterave, et avoir discuté leurs avantages et leurs inconvénients, il nous reste à exposer les procédés de fabrication qu'on a successivement indiqués pour produire cet alcool. Dans cet exposé, nous croyons devoir suivre l'ordre chronologique, afin de mieux faire ressortir ce qui appartient à chacun des inventeurs ; seulement nous n'arrêterons que peu de temps le lecteur sur les procédés qui n'ont pas reçu la sanction de la pratique, tandis que nous entrerons dans des détails étendus sur ceux qui se disputent actuellement la prééminence et qui sont aujourd'hui d'une application usuelle dans les pays de culture de la betterave.

V. — Procédés divers pour l'extraction de l'alcool de betterave.

Avant d'entrer dans les détails mêmes de l'alcoolisation des betteraves, nous croyons utile de reproduire

ici, ne fût-ce qu'à titre rétrospectif, les premiers brevets d'invention pris pour cette industrie ; ils montreront au lecteur ce qu'était la distillerie des betteraves il y a cinquante ans, comparativement à ce qu'elle est aujourd'hui.

Distillation du jus de la betterave fermenté et autres liqueurs vineuses à l'aide de l'appareil de distillation perfectionné de Derosne, par MM. LOUVET, GILLES et JALLU, de Péronne.

(Brevet d'invention de 10 ans en date du 31 janvier 1832.)

« Les betteraves sont nettoyées, râpées et pressées comme cela se pratique lorsqu'on a pour but l'extraction du sucre.

» Les pulpes ou résidus de la presse sont mis dans un bac avec partie égale en poids d'eau à 50° du thermomètre de Réaumur ; on les y laisse macérer pendant une heure et on les soumet de nouveau à la presse. Ces jus réunis sont élevés à une température de 26° Réaumur et conduits dans une cuve à fermentation en y ajoutant un litre de levure de bière par deux hectolitres ; la fermentation ne tarde pas à s'y développer avec énergie ; au fur et à mesure de la formation de l'alcool, celui-ci précipite toute l'albumine végétale de la betterave, laquelle entraîne avec elle toutes les matières insolubles et infermentescibles qui gêneraient la distillation ; il s'y opère enfin une véritable défécation.

» Les jus entièrement fermentés sont conduits dans l'appareil de distillation pour y être distillés.

» On peut encore séparer les matières fermentescibles de la pulpe, en la faisant cuire à la vapeur et en

la soumettant à la presse, mais ce procédé est plus coûteux ; cependant on obtient plus d'alcool.

» On peut aussi, dans le but d'améliorer le goût de l'alcool de betterave, déféquer les jus réunis, comme on le pratique dans la fabrication du sucre, en ayant soin de rendre la défécation parfaitement neutre et d'évaporer jusqu'à ce qu'elle marque 5° au pèse-sirop. On laisserait descendre la température à 26° Réaumur et on ajouterait un litre de levure de bière par hectol. de ce sirop ; le ferment naturel à la betterave étant détruit par l'ébullition, il faut qu'il soit remplacé.

» Le jus de betterave sortant de la presse est reçu dans un réservoir, d'où il est conduit dans le serpentin vertical, et, sortant par le trop-plein de ce serpentin, il est conduit, déjà échauffé, dans une chaudière placée à la suite de l'appareil, où, à l'aide du reste de chaleur du fourneau, il acquiert la température nécessaire à la mise en fermentation ; de là il est dirigé dans les cuves à fermentation par une pompe. Au moyen de ce changement bien simple, on peut rafraîchir plus ou moins fort et obtenir le degré voulu. »

Ce procédé, comme on le voit, n'est applicable économiquement que dans les établissements qui possèdent déjà des râpes et des presses à extraire le jus de betterave, c'est à dire dans les sucreries indigènes ou dans les grands établissements ruraux. Il exige aussi qu'on réchauffe les pulpes avant de les soumettre à une seconde pression, et enfin qu'on élève la température des jus de première et seconde pression avant de les conduire dans la cuve à fermentation ; enfin, il faut de la levure pour développer cette fermentation.

Le second procédé que proposent les auteurs est peut-être plus convenable, mais, de leur aveu même, il est plus coûteux.

La défécation qu'ils proposent pour améliorer le goût de l'alcool ne nous paraît pas une opération nécessaire, et l'évaporation à laquelle ils soumettent les jus déféqués entraîne à une dépense inutile de combustible. On détruit d'ailleurs ainsi une partie du ferment du jus qu'il est utile au contraire de conserver.

On doit reconnaître à l'avantage de ce procédé qu'il livre des résidus de bonne qualité et qui ont encore une certaine valeur pour l'engraissement du bétail.

Procédé propre à obtenir de l'alcool du jus de betterave, par MM. Nicolle, Wattringue, Brongnart et Monroy, d'Arras.

(Brevet d'invention de 5 ans, en date du 8 décembre 1838.)

« Les betteraves, suivant ce brevet, étant bien lavées, on les râpe de manière à ce qu'elles soient en bouillie ; on les presse ensuite pour exprimer le jus, qui doit avoir la densité de 4 à 7° Baumé ; ce jus est mis immédiatement après dans les cuves, à 25° de chaleur, pour en opérer la fermentation ; on ajoute, pour une cuve d'une capacité de 15 hectolitres :

Acide sulfurique......................	1 kil. 50
Levure de bière pressée...............	2.50
Préparation indiquée en note (1).	2

» Afin d'éviter une fermentation tumultueuse, on emploie le savon vert ou le suif étendu dans les mains,

(1) *Préparation spéciale.*

Farine de seigle moulue grossièrement.....	16 kil.
Son de froment.........................	9
Beurre non salé..................	1.50
Savon de Marseille.....................	2.50
Salpêtre...............................	1
Eau bouillante.........................	20

que l'on passe légèrement au-dessus des mousses. A l'aide de ces moyens, la fermentation s'établit et se termine en 48 heures.

» On procède ensuite à la distillation par les appareils à vapeur continus.

» La distillation opérée, l'alcool étant dans les fûts, il faut, pour que l'alcool ait meilleur goût, mettre deux pots de vinaigre de vin et un demi-litre d'acide sulfurique par fût de 600 litres.

» On rectifie les produits qui donnent cet alcool, lequel diffère des trois-six de Montpellier et présente des avantages incontestables aux fabricants. »

Ce procédé de Nicolle et Wattringue suppose aussi l'emploi de la râpe pour la réduction en bouillie, et celui de la presse pour l'expression du jus. Il faut aussi réchauffer ce jus avant de le mettre dans les cuves à fermentation ; mais ici on hâte la conversion du sucre de canne en sucre de raisin par une addition à la levure d'acide sulfurique auquel on ajoute plusieurs ingrédients qui paraissent à peu près inutiles à l'opération et même peuvent donner un mauvais goût au produit, tels sont la farine de seigle, le son, etc. Du reste, ce procédé, proposé en 1838, ne paraît pas avoir reçu d'application en grand.

L'addition du vinaigre et de l'acide sulfurique à l'alcool a pour but, sans doute, de communiquer à ce liquide une légère odeur ou saveur éthérée.

Procédé d'extraction de l'alcool provenant de la betterave au moyen de la distillation, par M. Lalenne-Delgrange, de Valenciennes.

(Brevet d'invention de 15 ans, en date du 29 octobre 1844.)

« Dans ce procédé, on soumet les betteraves à l'action de la vapeur dans un tonneau ; on les écrase alors entre

deux cylindres rouleaux, et on prend un litre d'eau à 50 degrés par hectolitre pour mélanger avec un kilogr. de courte paille d'avoine. On macère ensuite pour arriver à la fermentation ; tout cela dure 3 heures à partir de la cuisson.

» Pour obtenir la fermentation, on doit joindre, par hectolitre de contenance nette, 25 centilitres de bonne levure de bière.

» Afin que cette fermentation marche bien, 3 heures après qu'elle aura été rafraîchie de 24 à 26° C., on devra écumer la surface de la cuve, qui est ordinairement chargée de divers objets, tels que petites racines, etc.

» La fermentation terminée, on obtiendra l'ébullition à l'aide de la vapeur ; on ajoutera 1 kilogr. de charbon de bois brûlé, dit *charbon de Foix*, réduit en poudre par quantité de flegmes donnant 50 litres d'alcool à 50° C., afin d'extraire le mauvais goût du liquide fabriqué.

» Après la rectification, on obtiendra 3 litres 1/2 d'alcool par hectolitre de contenance nette des cuves d'après une mise de 50 kilogrammes de betterave moulue.

» Les drèches provenant de cette fabrication sont très bonnes pour la nourriture des bêtes à cornes. »

Dans le procédé Lalenne-Delgrange, les betteraves sont traitées comme les pommes de terre destinées à la distillation, seulement la macération avec de la balle d'avoine ne paraît pas propre à donner des alcools de bon goût. Il faut aussi étendre d'eau pour ne pas avoir affaire à des matières pâteuses, et les moûts, à moins d'une filtration, ne sont jamais limpides, mais plutôt louches et troubles, ou bien chargés de matières étrangères que la fermentation ne rejette pas toutes. Les ré-

sidus doivent en effet former une nourriture saine et riche pour les bestiaux.

Procédé de fermentation vineuse ou alcoolique applicable à la betterave, par M. Douay-Lesens, à Marly, près Valenciennes.

(Brevet d'invention de 15 ans, en date du 27 août 1846.)

« On lave les betteraves, on les soumet à la vapeur dans un tonneau qui a un double fond percé de trous, et on donne issue à l'eau âcre rendue par la betterave pendant la cuisson.

» Cette opération dure une heure à une heure et demie.

» On fait immédiatement passer les betteraves toutes brûlantes entre deux cylindres pour les réduire en pâte que l'on dirige le plus promptement possible dans la cuve à fermenter avec 1 pour 100 d'orge maltée en farine.

» Deux hommes armés de fourches-grilles achèvent le mélange et la réduction en battant cette pâte vingt à trente minutes.

» On rafraîchit avec une quantité suffisante d'eau froide et chaude s'il est nécessaire, pour que la matière acquière une densité de 5 à 6° et 15 à 20° de température, ce qui doit avoir lieu quand la masse est de 22 à 28 hectolitres.

» On met en levain avec 6 à 8 hectolitres de bonne levure de bière fraîche pour suivre la fermentation comme d'ordinaire et tirer en alcool de 70 à 80 litres et même plus par 1.000 kilogr. de betteraves. »

Il n'est pas bien démontré que, dans ce procédé de cuisson à la vapeur, les eaux qu'on rejette ne contiennent pas de sucre. Les betteraves écrasées et encore

chaudes, passant immédiatement dans la cuve à fermentation avec une addition d'orge maltée réduite en farine, donnent un liquide épais, toujours difficile à distiller et très sujet à donner des produits d'une saveur empyreumatique et d'un goût peu délicat, malgré l'eau froide ou chaude qui sert à la rafraîchir, parce qu'on conçoit très bien qu'une partie des matières peut bien être mise en suspension par le brassage, mais qu'elles ne sont pas dissoutes, cas où l'on obtient des moûts bien fluides et limpides. On conçoit qu'il faut employer une quantité assez considérable de levure pour amener à l'état de fermentation la farine d'orge crue qu'on ajoute au jus de betterave. Du reste, les résidus doivent aussi constituer un bon aliment pour les bestiaux.

On ne peut guère espérer obtenir 70 à 80 litres d'alcool que lorsque les betteraves renferment, terme moyen, 8 à 9 pour 100 de sucre.

Procédé de fermentation vineuse ou alcoolique applicable à la betterave après dessiccation de cette racine, par M. Douay-Lesens, à Marly, près Valenciennes.

(Brevet d'invention de 15 ans, en date du 5 octobre 1846, et addition du 19 octobre 1846.)

« Après avoir lavé et coupé en menus morceaux 7 kilogr. 500 de betteraves, on les fait simplement dessécher sur une toile métallique exposée au-dessus d'un feu de charbon de bois, pour obtenir environ 1 kil. 125 de betteraves desséchées, dites alors cossettes. Cette opération dure de quatre à cinq heures.

» On divise cette quantité de cossettes en trois parties égales, dans trois vaisseaux semblables. On mêle

à 10 litres d'eau de rivière 2 centilitres d'acide sulfurique du commerce. On recouvre de cette eau (environ 2 litres) les cossettes mises dans le premier vaisseau, qu'on fait bouillir sur un feu doux, laissant ensuite reposer pendant une heure le plus chaudement possible. On verse ensuite cette infusion sur les cossettes du second vaisseau : celles-ci ne se trouvent qu'à demi couvertes, par la raison qu'une bonne partie de l'eau de la première infusion se trouve imprégnée dans les cossettes. On fait une seconde infusion dans le premier vaisseau, la faisant de même passer sur le second, et ainsi de suite du second au troisième, portant successivement chaque vaisseau, deux ou trois fois, à l'ébullition, et employant toujours la même eau acidulée, de manière à extraire du troisième vaisseau environ 5 litres de jus, pesant environ 106 degrés et quelques divisions, suivant la qualité de la betterave et la perfection avec laquelle elle a été desséchée.

» A cette quantité de jus, on ajoute une quantité d'eau acidulée suffisante pour réduire la densité à 104 degrés et 5 à 8 divisions, ce qui doit porter la quantité du jus à environ 6 litres 50 centilitres.

» Ayant pilé et trituré, dans un mortier de marbre, 1 centilitre de graine de lin avec un décilitre d'eau chaude, on passe ce mélange, en le pressant, dans un linge pour le brasser dans la masse ; on termine les manipulations en mettant en levure, avec un centilitre de levure fraîche de bière, aussitôt que cette masse est tombée à 40 ou 38° de chaleur au thermomètre centigrade. En maintenant la température du lieu où doit s'opérer la fermentation de 25 à 30°, celle-ci ne tarde pas à se manifester par les signes ordinaires ; elle aura parcouru régulièrement ses trois périodes en 24 ou 30 heures.

» On a retiré 40 litres d'alcool pur (obtenus en flegmes) par 1.000 kilogrammes de betteraves fraîches.

» L'acide employé rend l'eau plus pénétrante et facilite l'extraction du sucre par les infusions ; c'est pourquoi il vaut mieux mettre l'acide en contact direct avec la betterave que de l'ajouter simplement après l'extraction. Il détruit ou il neutralise les sels alcalins ou les principes de potasse qui abondent dans la betterave. Il opère la transformation d'un sucre cristallisable, dit sucre de raisin, et est très propre à cette opération.

» Quant à la graine de lin, des expériences comparatives ont prouvé le mérite de son emploi : de deux égales quantités de moût, l'une avec et l'autre sans cette graine, la première a constamment donné une fermentation active, prompte et régulière, tandis que l'autre quantité a produit, dès l'origine de sa fermentation, une grande quantité de mousse, un travail moins actif et plus long, c'est-à-dire imparfait.

» D'après l'auteur, la partie grasse de la graine de lin empêche la mousse de se former, tandis que la partie mucilagineuse, faisant une légère entrave au dégagement du gaz, paraît activer le mouvement dans la masse. »

Le second procédé de M. Douay-Lesens est supérieur au premier ; seulement il suppose d'abord l'obligation de faire dessécher les cossettes, ce qui, dans les pays du Nord, où s'est localisée la culture de la betterave, ne peut avoir lieu qu'avec une dépense de combustible, et souvent en caramélisant le sucre, ou en brûlant quelque autre matière végétale. D'ailleurs, le lavage complet des cossettes qui ont été desséchées est toujours une opération longue et coûteuse ; on y emploie beaucoup de combustible, et on n'est pas bien certain

d'en avoir extrait toute la matière sucrée. L'emploi d'une certaine quantité de graine de lin pilée a pour but d'éviter, comme on le dit, une fermentation trop tumultueuse et la formation d'un chapeau épais de mousse. Mais il vaudrait mieux le supprimer et diriger cette fermentation par le règlement de la température, afin qu'elle passe convenablement par toutes les phases qu'elle doit parcourir.

Procédé d'extraction de la betterave par la distillation, par MM. Cheval frères, à Estreux, près Valenciennes.

(Brevet d'invention de 15 ans, en date du 4 juin 1847.)

« Quand on a obtenu les jus au moyen de l'action successive de la râpe et de la presse, de la même façon qu'on l'obtient pour la fabrication du sucre, on verse de l'acide sulfurique en petite quantité dans ces jus, soit par exemple 100 grammes par hectolitre. Cet acide, dit le brevet, prédispose à la fermentation.

» On fait alors passer le jus sur un filtre rempli de noir animal, et, arrivé limpide, il est versé sur un treillis en fer à travers lequel passe un courant d'air forcé.

» On ajoute alors de la levure de bière, on laisse fermenter et on opère la distillation comme à l'ordinaire. »

Ce procédé, qui suppose qu'on a à sa disposition une partie du matériel d'une sucrerie, n'est pas aussi simple qu'il le paraît. La filtration sur du charbon animal donne un moût très limpide, mais, bien loin qu'il y ait avantage à faire passer au travers un courant d'air forcé, nous croyons que ce passage de l'oxygène de l'air à travers la masse du moût peut avoir plusieurs

inconvénients, sans compter la dépense de force mécanique que cette opération exige.

Procédé de fabrication de l'alcool de betterave par M. Genot, de Saint-Ladre, près Metz.

(Brevet d'invention de 15 ans, en date du 27 janvier 1852, avec addition du 14 décembre 1852.)

M. Genot coupe les betteraves en cossettes qu'il cuit à la vapeur, ou bien il fait l'inverse, et commence par cuire les betteraves, puis les coupe en tranches. Il recueille les liquides provenant de la condensation des vapeurs et soumet alors ces cossettes à l'action de la presse au moyen de cylindres ou de presses. Il met en levain et procède à la fermentation et à la distillation par les moyens ordinaires.

Dans le certificat d'addition en date du 14 décembre 1852, M. Genot indique la possibilité de continuer le travail de l'extraction de l'alcool pendant l'hiver. A cet effet, il coupe la betterave en cossettes que l'on dessèche pour les conserver, et il opère alors par la macération pour obtenir les jus dans lesquels il ajoute du levain pour procurer la fermentation.

Nous renvoyons, pour l'appréciation de ce procédé, aux observations que nous avons déjà faites sur ceux précédents, seulement nous ajouterons que l'idée de fabriquer l'été avec des cossettes desséchées, idée qu'on avait déjà cherché à appliquer à la fabrication du sucre de betterave, a rencontré des difficultés économiques ou a donné lieu à des frais qui ont à peu près forcé d'y renoncer.

Procédé de M. Dubrunfaut, ou par macération.

Lorsque la dernière édition de ce Manuel a été publiée, le procédé de M. Dubrunfaut n'était encore

qu'imparfaitement connu, le brevet n'ayant pas été publié à ce moment, et on n'en connaissait guère que ce qu'en avait dit le recueil périodique intitulé : *Le Génie industriel*. Aujourd'hui, il n'en est plus de même.

Néanmoins, nous pouvons dire tout de suite que ce qui caractérise essentiellement ce système, ce sont les points suivants revendiqués dans le brevet de M. Dubrunfaut, en date du 10 février 1853 (1).

1° L'emploi des acides minéraux et végétaux pour régulariser et opérer la fermentation directe des jus de betterave sans ferment de bière ou avec une dose minime de cette substance ;

2° L'amortissement des racines par les acides et la macération à froid ;

3° La dessiccation des racines par les méthodes connues pour faire de la distillation une opération annuelle ;

4° L'extraction des sels de potasse et de soude des résidus de la distillation directe des betteraves.

M. Dubrunfaut a reconnu depuis longtemps que les acides énergiques, minéraux ou végétaux, ont la propriété de s'opposer à la fermentation tout en changeant le sucre cristallisable en sucre incristallisable ou glucose qui, seul, peut se transformer en alcool sous l'influence de la fermentation. Il a aussi constaté que ces mêmes acides, employés à une dose moins considérable (1 pour 100 environ du poids du sucre), ont la propriété de précipiter le ferment naturel de la betterave, fer-

(1) Auguste-Pierre Dubrunfaut, né en 1796, est mort en 1881, après quelques années consacrées à l'enseignement ; cet éminent chimiste se livra à l'industrie, à laquelle il fit faire de grands progrès. On lui doit un grand nombre de découvertes.

ment qui réagit alors sur le sucre et donne naissance à une fermentation parfaite, sans qu'il soit nécessaire de recourir à la levure de bière. Il ajoute que, pour déterminer plus rapidement la fermentation, on peut mettre dans la cuve une petite quantité, soit de levure, soit de vin pris sur une cuve en grande fermentation. On peut même, pour plus de sûreté, faire cette addition. Cette quantité de levure n'est pas celle qui déterminerait une fermentation du moût, mais ne doit pas s'élever à plus de quelques millièmes du poids du sucre.

Si l'on avait ajouté une trop grande quantité d'acide et que la fermentation fût tentée de se déclarer, il faudrait saturer l'excès de cet acide au moyen de la chaux, puis ajouter un peu de levure. La fermentation part entre 18° à 20° C., et ne doit jamais s'élever au delà de 28°.

Dans le même brevet du 9 octobre, M, Dubrunfaut décrit un procédé différent qui consiste à faire macérer à froid la betterave avec une grande quantité d'acide sulfurique (3 pour 100 du poids du sucre), de manière à amortir les racines et à paralyser les circonstances qui peuvent être favorables à la fermentation du sucre. Lorsqu'ensuite on veut travailler cette matière, on sature l'excès d'acide avec la chaux.

On opère la macération des betteraves à froid et la fermentation simultanée dans un appareil à circulation continue, en bois, analogue à celui de M. Beaujeu, mais sans réchauffeurs.

Des tranches de betteraves fraîches y sont mêlées avec leur volume d'eau de 20° à 25° C., puis on fait une addition de 1/1000 et 2/1000 d'acide sulfurique et de ferment de bière ou d'une opération précédente de fermentation de jus de betteraves.

Il se développe alors une fermentation alcoolique

complète, et l'alcool se trouve partagé entre le liquide et les tranches comme dans le travail de la macération. Le liquide alcoolique, mêlé à d'autres tranches, subit une nouvelle fermentation, il y a de nouveau partage de l'alcool entre le liquide et les tranches ; l'on continue à opérer de même dans le procédé de macération, afin d'obtenir un liquide de plus en plus alcooliqne.

M. Dubrunfaut admet qu'il s'opère ainsi un amortissement de racines, puis une macération, et enfin une fermentation alcoolique.

Cette marche peut bien être en effet celle qui a lieu dans cette opération, mais nous croyons utile de faire remarquer que, dans la macération ordinaire des tranches de betteraves, par le procédé de Mathieu de Dombasle ou avec l'appareil de Beaujeu, on opère successivement l'extraction du sucre de la racine, afin d'obtenir un moût de plus en plus sucré ; tandis que dans le procédé de M. Dubrunfaut, c'est non plus un moût, mais un liquide de plus en plus chargé d'alcool qu'on se propose de préparer. Or, il est très présumable que pendant ces fermentations successives de liquides renfermant déjà de l'alcool tout formé, il doit, tant par l'élévation de la température que par le mouvement même de la fermentation, y avoir déperdition de l'alcool déjà formé, et perte sur le produit qu'on aurait été en droit d'attendre de la quantité de betteraves traitées ou du sucre extrait.

Cette perte d'alcool doit probablement avoir lieu par évaporation ; mais ce n'est peut-être pas là la seule voie par laquelle il peut se dissiper de l'alcool. Un liquide soumis à des fermentations multipliées peut développer la fermentation acétique, celle visqueuse, ou toute autre réaction qui s'opère aux dépens de l'alcool. Nous laissons d'ailleurs aux praticiens le soin d'appré-

cier cette objection que nous ne présentons que pour mettre les fabricants en mesure de vérifier ce qu'elle peut avoir de réel.

Le procédé que M. Dubrunfaut propose dans ce premier brevet d'addition peut avoir une marche continue et une marche intermittente.

Quand on marche d'une manière continue, les baquets ou cuviers de tête seuls sont des baquets de *fermentation-macération*, tandis que les baquets de queue ne fonctionnent que pour épuiser par voie de lavage ou de macération l'alcool contenu dans les tranches qui ont précédemment fermenté.

M. Dubrunfaut ajoute que l'on peut se borner à faire fermenter les racines coupées et acidulées avec leur volume d'eau et à distiller le tout dans des alambics.

Dans ce brevet d'addition l'inventeur réclame spécialement :

1° La fermentation directe des racines coupées en tranches ou en morceaux et la distillation de ces produits ;

2° La macération appliquée aux racines fermentées comme il vient d'être dit, que la fermentation et la macération se fassent simultanément ou successivement ;

3° La fermentation alcoolique continue appliquée soit aux matières liquides, soit aux matières solides.

Dans le troisième brevet, en date du 5 septembre 1853, M. Dubrunfaut indique les moyens à employer pour transformer les sucreries en distilleries, et comment on pourrait transporter les jus d'une usine à une autre en les acidulant avec 1 pour cent de leur poids d'acide sulfurique. Suivant lui, cet acide remplirait une double fonction : 1° comme antiseptique, qui empêcherait le jus de s'altérer pendant le transport d'une

usine à une autre ; 2° en opérant la mise en liberté du ferment naturel de la betterave qui développerait en temps utile la fermentation alcoolique dans ces jus.

Il y aurait beaucoup à dire, si l'on voulait discuter dans son ensemble le procédé de M. Dubrunfaut. Seulement, il faut reconnaître qu'à côté de principes vrais et de procédés utiles, il y en a d'autres que l'expérience ne paraît pas approuver, tel est le traitement des tranches de betteraves par les acides, qui fournit des résidus acides et nuisibles à la santé des bestiaux, et des moûts acides qui présentent aussi des inconvénients que nous signalerons plus loin.

Procédé Champonnois.

Les travaux de M. Champonnois ont eu surtout pour but de rendre agricole la distillation des betteraves ; la première distillerie de ce système fut montée à Troyes en 1854, et, depuis cette époque, elles ne cessèrent de se répandre.

Le brevet d'invention, pris avec M. Bavelier, date du 17 décembre 1852.

Voici les commentaires dont la presse agricole de cette époque a accompagné l'apparition de ce procédé :

« A chaque crise de la sucrerie indigène, on a vu l'industrie chercher un autre emploi de la betterave, et, naturellement, s'occuper de la fabrication de l'alcool. Plusieurs fabriques de sucre dans le Nord ont été converties en distilleries, mais le bas prix des trois-six pendant les dernières années ne leur a pas permis de continuer ce genre de fabrication.

» Cet insuccès dans toutes les tentatives qui ont été faites pour fixer cette industrie n'a rien de surprenant ; on connaissait, il est vrai, toutes les conditions à rem-

plir pour obtenir des jus sucrés, diriger la fermentation et convertir en alcool tout le sucre contenu dans la betterave ; mais on ne s'occupait pas assez des questions économiques de fabrication, et l'on ne produisait utilement que quand les alcools étaient à un prix très élevé.

» Ainsi les fabriques de sucre voulant utiliser leur matériel ou le procédé par le râpage et le pressurage pour l'extraction du jus, avec extraction au plus des quatre cinquièmes du sucre contenu dans les racines, on était obligé, cette extraction ayant eu lieu à froid, de chauffer ces jus pour la mise en fermentation, malgré l'emploi de l'acide sulfurique pour favoriser la conversion du sucre de canne en glucose.

» D'autres avaient eu recours à la macération, mais, soit qu'elle eût lieu à froid ou à chaud, il y avait perte de combustible, dans le premier cas, pour réchauffer les jus ; dans le second, pour l'opération elle-même. Presque toujours il y avait aussi perte des résidus, qui jouent cependant un rôle important dans la question économique de l'extraction de l'alcool de la betterave, et, dans l'un comme dans l'autre procédé, perte des vinasses, ou difficulté pour les utiliser ou s'en débarrasser.

» D'autres encore, se rapprochant davantage du but, ont traité la betterave comme la pomme de terre : cuisson de la racine, réduction en bouillie et fermentation ; mais, outre l'obligation de refroidir toute la masse ou de l'allonger d'eau froide pour la ramener au degré de température voulu pour la fermentation, il y avait encore la nécessité de distiller des matières pâteuses qui offrent, comme on sait, des difficultés ou des soins assidus, entraînant toujours à des frais qui grèvent la production.

» Les procédés ordinaires de macération offraient aussi parfois un inconvénient qu'il n'était pas facile de faire disparaître, c'étaient des résidus trop liquides qui avaient peu de valeur comme matière alimentaire, qu'on était obligé de consommer sur place et qui se prêtaient mal à la conservation.

» Il y avait donc là à résoudre un problème économique et industriel qu'on pouvait énoncer ainsi :

» Extraction complète du jus, garantie de fermentation régulière et exacte, conservation de la betterave avec son poids spécifique presque entier et avec à peu près toute sa valeur comme nourriture pour le bétail, distillation de jus limpides et purs, et le tout avec un outillage simple et avec le minimum de frais de fabrication.

» Voici comment MM. Champonnois et Bavelier sont parvenus à résoudre ce problème et à en remplir toutes les conditions au moyen de combinaisons faciles et peu dispendieuses :

» Pour extraire les jus, MM. Champonnois et Bavelier emploient la macération. L'appareil dont ils se servent pour cet objet est peu coûteux et facile à conduire ; il fonctionne par virements alternatifs des betteraves et par filtration continue. Cette disposition, qui avait été prévue par Mathieu de Dombasle, donne les meilleures garanties d'épuisement en désagrégeant les tassements irréguliers qui auraient pu se produire et en rétablissant la régularité de pénétration et de filtration. La disposition de cet appareil permet aussi de régler la température des jus à leur sortie, de manière à les obtenir au degré voulu pour la fermentation.

» Afin d'obtenir pour cette fermentation toute la régularité nécessaire et s'assurer d'une conversion com-

plète du sucre, cette opération a été rendue continue, de telle sorte que le jus sortant du macérateur se mélange immédiatement avec celui qui est en pleine fermentation. Cette disposition a l'avantage de n'exiger ni soin, ni main-d'œuvre, et prévient toutes les irrégularités que les chargements alternatifs peuvent produire soit dans l'altération des jus en chômage, soit dans la bonne direction à imprimer à chaque fermentation.

» Comme on l'a vu dans l'énoncé des conditions du problème qu'il s'agissait de résoudre, il ne suffisait pas de rendre le travail facile, exact et économique ; la condition la plus importante était celle de conserver aux résidus la plus grande valeur possible comme aliment du bétail et cela sous une forme qui en permit le transport et en facilitât la conservation.

» Ainsi, dans les procédés anciens et par la macération, on obtenait d'une part une quantité de résidus égale à peu près en poids à celui de la betterave employée, mais imprégnés d'eau et ne contenant plus qu'une partie des matières utiles ; et d'autre part une quantité à peu près égale de vinasses sortant de l'alambic, épuisées d'alcool, mais contenant l'autre partie des matériaux utiles en substances salines et azotées. Ces deux produits, en raison de leur faible valeur relative, étaient sans emploi, et valaient à peine, comme engrais, les frais de transport pour les répandre sur les terres ; ils étaient souvent et dans bien des circonstances une cause de dépenses pour s'en débarrasser. On a bien pensé à presser les uns, à évaporer les autres pour en réduire le poids et augmenter leur valeur relative, mais les frais pour les opérations excédaient la valeur du résultat. MM. Champonnois et Bavelier ont surmonté cette difficulté non seulement

sans frais, mais en apportant dans l'opération une économie de combustible presque égale à toute cette dépense dans la distillation. Il leur a suffi pour cela d'employer à la macération les vinasses bouillantes sortant des alambics.

» Il résulte de cette combinaison simple et facile que la vinasse déplace le jus en se substituant à lui dans les tranches de betterave et laisse ces dernières entières et imprégnées de toutes les substances utiles, tant matières salines qu'azotées. Les vinasses n'ayant perdu dans la fermentation et la distillation que la matière sucrée, qui n'est nullement considérée comme nutritive pour les bestiaux, la valeur de ces résidus peut même être augmentée de tous ceux des matières farineuses ou autres qu'on peut ajouter à la fermentation et même au sel marin, de manière à en faire une nourriture appropriée comme on le désire.

» On conçoit facilement tout l'avantage que l'agriculture peut retirer de cette nouvelle application industrielle qui deviendra une annexe nécessaire à une grande exploitation.

» Matériel simple, peu coûteux et à la portée des ouvriers des campagnes, opération facile à conduire et exempte de toutes les irrégularités et de tous les frais que les fermentations entraînent ; extraction du sucre de la betterave, de tout le produit alcoolique marchand, en conservant sur la ferme pour la nourriture du bétail, tout ce qui lui convient et lui est utile ; extension indéfinie donnée à l'éducation et à l'engraissement du bétail, tout en satisfaisant à cette loi d'économie agricole.

» N'exporter que les produits dont les éléments viennent de l'atmosphère et rendre à la terre tous ceux qu'elle a prêtés.

» S'il nous est permis de jeter un coup d'œil d'avenir sur cette industrie, nous pensons que cette fabrication est réservée exclusivement à l'agriculture, soit dans de grandes exploitations, soit dans des agglomérations de petits cultivateurs, où, à l'instar des fruitiers, chacun viendra verser le produit de sa récolte et trouvera, indépendamment du résultat industriel, un aliment assuré pour ses bestiaux. »

Telle est l'idée générale qu'on peut se former du procédé inventé par MM. Champonnois et Bavelier. Cet aperçu sommaire servira d'ailleurs à comprendre l'appréciation économique qu'on en a faite au moment où l'on a commencé à le mettre en pratique. Nous commencerons à cet égard par rapporter l'opinion d'un membre de la Société impériale et centrale d'agriculture, M. R. Pommier, rédacteur de l'*Echo agricole*, après une visite faite à la ferme de la Planche, appartenant à M. Huot, de Troyes, où ce procédé a été mis pour la première fois en exploitation.

« Les auteurs de ce procédé, dit M. Pommier, étaient partis de ce fait : que le cultivateur qui veut tirer de la betterave, comme nourriture du bétail, tout le parti possible, la coupe préalablement en tranches, et la fait fermenter avec des pailles ou fourrages hachés. C'est en effet ainsi que la betterave s'emploie dans les exploitations intelligemment dirigées. Dans les unes, on fait cuire légèrement la betterave et on l'écrase, pour la mélanger aux pailles et fourrages hachés ; dans les autres, on la tranche au coupe-racines, on la mêle aux pailles et fourrages découpés, et on arrose le tas d'eau chaude pour activer la fermentation.

» Dans l'un et l'autre cas, les bestiaux sont très avides de cette préparation ; mais, par l'effet de la fermentation, le sucre se décompose en alcool, et cet

alcool non recueilli se perd dans la fermentation même.

» Conserver à la betterave ses qualités nutritives, recueillir l'alcool perdu, et cela par des moyens simples et économiques, à la portée des exploitations rurales, tel est le problème que se sont posé MM. Champonnois et Bavelier, et qu'ils nous paraissent avoir résolu.

» Il n'est pas un cultivateur qui ne comprendra parfaitement la pensée de MM. Champonnois et Bavelier. Il ne s'agit pas de convertir les agriculteurs en industriels, de leur demander des avances de capitaux considérables, des constructions dispendieuses, des machines coûteuses et d'un entretien difficile ; le cultivateur reste cultivateur, il calcule ce qu'il lui faut cultiver de betteraves pour entretenir un nombre déterminé de bestiaux, et, au lieu de traiter chaque jour, comme nous l'avons indiqué plus haut, les quantités nécessaires à la nourriture de son bétail, il les traite également quotidiennement, mais par un procédé qui, après avoir retiré de la betterave la matière sucrée, sous forme d'alcool, matière perdue par la fermentation à l'air libre, lui conserve tous les éléments salins, albumineux et azotés, qui constituent essentiellement sa valeur nutritive. L'alcool est le produit secondaire qui vient diminuer le prix de la betterave ; le but principal, essentiel, c'est la nourriture et l'engraissement du bétail et la production des engrais à bon marché. »

Nous ne croyons pas utile de reproduire ici, comme cela a été fait dans notre première édition, la description complète de l'usine de M. Huot, à Troyes, où le procédé Champonnois a été appliqué pour la première fois ; depuis cette époque, de nombreux perfectionnements y ont été apportés, et, pour ne pas laisser de confusion dans l'esprit de nos lecteurs, nous croyons

préférable de décrire, avec quelques détails, le procédé tel qu'il est appliqué aujourd'hui, avec l'outillage qu'il comporte :

La betterave est nettoyée et lavée avec soin dans un laveur pour enlever la terre adhérente. On emploie des laveurs formés d'un tambour à claire-voie tournant dans l'eau de lavage ou d'un arbre muni de bras en hélice faisant avancer les betteraves d'une extrémité du laveur à l'autre en sens inverse de l'eau. Cette disposition présente l'avantage de se débarrasser des pierres qui tombent au fond de la caisse du laveur et permet de supprimer l'épierreur fondé sur le même principe que l'on place à la suite du laveur à tambour perforé.

Le découpage régulier de la betterave est une condition essentielle pour obtenir une bonne macération.

Si les rubans sont trop épais, ils sont difficilement pénétrés par le liquide macérateur ; s'ils sont trop minces, ils ne conservent pas assez de consistance, adhèrent les uns aux autres, et, suivant la remarque du professeur A. Millot, empêchent le passage régulier du liquide.

M. Champonnois a substitué à l'ancien instrument à disque vertical un coupe-racines qui se compose d'une sorte de boisseau fixe, cylindrique et horizontal, dans lequel on adapte, suivant les génératrices, six lames dentées offrant en saillie de petites lames de rabot d'un centimètre de largeur, alternant chacune avec un intervalle d'un centimètre. Ce coupe-racines, représenté fig. 4 et 10, pl. 3, est mis en mouvement avec une vitesse de 300 à 400 tours. Les racines introduites dans le tambour et énergiquement frottées contre la dente-

lure du cylindre sortent en rubans menus ou *cossettes* à l'extérieur.

On évite les altérations de la pulpe en dirigeant sur le coupe-racines un léger filet de liquide, pour lequel on emploie le jus faible de macération ; ce liquide doit suffire pour mouiller légèrement la pulpe.

Au début de l'installation des distilleries Champonnois, la macération des cossettes se faisait dans de petits cuviers de 550 litres de capacité, au nombre de quatre, contenant chacun 200 kilogr. de cossettes.

Les cossettes introduites dans le cuvier étaient arrosées de 25 à 30 litres d'eau renfermant 2 à 3 kilogr. d'acide sulfurique pour 1.000 kilogr. de cossettes. En faisant servir les vinasses à la macération, M. Champonnois a eu pour but :

1° D'épargner le combustible, la vinasse sortant de la colonne à la température convenable pour la macération.

2° De conserver aux pulpes macérées leurs principes solubles immédiats.

3° De n'avoir pas à employer d'eau à la macération et de n'avoir à écouler aucun résidu liquide.

Marche actuelle de la macération. — C'est la méthode dite de coulage. On emploie aujourd'hui des cuves de plus grande dimension, contenant 2.000 à 3.000 kilogr. de cossettes, et elles sont indépendantes l'une de l'autre.

Les betteraves sont lavées et épurées, puis elles sont montées à l'aide d'un monteur mécanique (fig. 5 et 6, pl. 3) à l'étage supérieur où se trouve le coupe-racines. Une fois réduites en cossettes, elles arrivent au-dessous du coupe-racines dans un conduit mobile tournant autour d'un pivot central qui permet de les faire tomber directement dans chaque macérateur successivement.

Les macérateurs sont placés en demi-cercle et le coupe-racines en occupe le centre à l'étage supérieur. La distribution de l'acide étendu se fait par un conduit en caoutchouc qui aboutit dans la rigole des cossettes, ce qui permet une acidulation très régulière ; celle-ci est nécessaire pour préserver les rubans de betteraves de toute altération spontanée, altération qui est prévenue par le contact immédiat du jus acide dont les rubans sont imprégnés. Toutes les fois que l'arrosage a lieu convenablement, la pulpe est blanche au sortir du cuvier de macération ; si quelques parties présentent une teinte noire, c'est qu'elles n'ont pas participé à l'aspersion.

Il est essentiel d'obtenir un tassement bien régulier des cossettes afin de réaliser une extraction aussi complète que possible du jus.

Les macérateurs sont munis d'un double-fond inférieur perforé, au-dessus duquel se trouve une porte maintenue à l'extérieur par une vis de serrage et fermant hermétiquement à l'aide d'une rondelle de caoutchouc ou de chanvre.

Cette porte sert au déchargement des pulpes épuisées. Quand un cuvier est rempli, on relève le cône, on écarte la trémie et on place sur les cossettes un double-fond supérieur en tôle perforée à 10 ou 15 centim. des bords. Ce double-fond doit être fixé solidement pour que les cossettes soulevées par le liquide ne puissent pas le déplacer. On remplit alors le macérateur de jus faible d'une opération précédente ou d'eau chaude si l'on est au début du travail de la distillerie. On abandonne le macérateur au repos pendant une à deux heures, pour laisser au liquide le temps de pénétrer dans les cossettes.

Au bout de ce temps de macération, fait encore

observer M. A. Millot, on alimente l'appareil en dessus avec de la vinasse sortant de la colonne distillatoire. Le moût sucré sort par un tube fixé sous le double-fond et remontant presque jusqu'à la partie supérieure de la cuve pour avoir un épuisement régulier par tranches successives de liquide.

On fait couler la vinasse lentement pendant cinq à six heures. Les moûts d'abord froids s'échauffent ensuite progressivement ; les liquides sortant des différents macérateurs sont réunis et refroidis dans un serpentin entouré d'eau pour les ramener à la température de 22 degrés nécessaire pour une bonne fermentation.

Quand l'épuisement est terminé, la cossette ne doit contenir que 0.3 à 0.4 de sucre, si l'opération a été bien conduite. On arrête alors l'écoulement de la vinasse ; on vide le cuvier par un robinet de fond : le liquide obtenu sert de jus faible pour remplir le macérateur suivant, dans lequel il est remonté avec une pompe et sert aussi à la dilution de l'acide.

Dans cette méthode, qui est la plus généralement suivie, il faut employer, pour un épuisement aussi complet que possible, une quantité de vinasse telle que l'on retire 2.000 litres de moût pour 1.000 kilogr. de betteraves lavées. Le jus faible n'a plus dans ce cas que la densité de la vinasse employée.

Quand on opère sur des betteraves à 5 degrés renfermant 11 pour 100 de sucre, on obtient donc des moûts de 2 degrés à 2 degrés 1/2 renfermant environ 5 p. °/₀ de sucre.

Pour augmenter la richesse des moûts et avoir moins de liquide à passer à la colonne distillatoire, on a modifié dans quelques usines le travail de la façon suivante :

Un macérateur ayant été rempli de jus faible et abandonné pendant deux heures, on procède au coulage, non avec de la vinasse, mais avec du jus faible. Supposons des macérateurs chargés de 3.000 kilogr. de cossettes, on passe en cinq heures 4.000 litres de jus faible, ce qui représente 4 litres 1/2 à 5 litres par minute et par 1.000 kilogr. de betteraves. Le moût obtenu, refroidi convenablement, est envoyé à la fermentation.

Pendant ce temps, le degré du jus sortant du macérateur, fort au début, a diminué progressivement et n'est plus que de 1 degré au plus supérieur au degré des sels contenus dans les vinasses. A ce moment on met le macérateur en communication avec le réservoir à jus faible et on coule sur ce macérateur de la vinasse pendant une heure pour l'épuiser complètement ; on fait ainsi couler 4.000 litres de vinasses qui produisent des jus faibles qui sont repris par la pompe à jus faibles et sont élevés dans un réservoir supérieur pour servir à d'autres macérations. On vide alors le cuvier comme précédemment.

On obtient ainsi de 1.000 kilogr. de betteraves 1.333 litres de moût au lieu de 2.000 et la densité avec les betteraves que nous avons prises pour type est de 3 degrés 1/2 au lieu de 2 degrés 1/2. L'épuisement est ainsi parfait et la quantité de liquide à distiller un tiers plus faible.

Une opération (chargement, macération, coulage du jus faible et de vinasse, puis déchargement) dure huit heures ; on peut donc faire trois opérations par jour, soit 6.000 à 9.000 kilogr. de cossettes par macérateur si les macérateurs sont de 2.000 ou 3.000 kilogrammes.

Dans quelques usines on envoie les jus faibles sortant d'un macérateur directement sur les cossettes des

autres macérateurs en coulage de jus faible. Cette manière d'opérer diminue le travail de la pompe qui n'a plus à remonter que ce qui reste dans le cuvier comme dans la première méthode indiquée.

Lorsque le jus est obtenu et refroidi à 22 degrés environ, on procède à la mise en fermentation.

Mise en fermentation des moûts. — La fermentation a pour effet de transformer le sucre en alcool et en acide carbonique ; l'alcool seul est recueilli, l'acide carbonique se perd dans l'atmosphère. La principale préoccupation du distillateur doit être de transformer aussi complètement que possible le sucre contenu dans les moûts.

La formule de transformation du sucre en alcool est, d'après Lavoisier :

$$\underbrace{C^{12}H^{11}O^{11} + HO}_{\text{Sucre}} = \underbrace{C^{12}H^{12}O^{12}}_{\text{Glucose}} = 2\,(\underbrace{C^4H^6O^2}_{\text{Alcool}} + 4\,(\underbrace{CO^2}_{\text{Acide carbonique}})$$

D'après cette formule, le rendement théorique de 100 kilogr. de sucre serait donc de 67 litres 750 cc. d'alcool absolu. Mais il y a des pertes et M. Pasteur a démontré que la formule de Lavoisier doit être modifiée, et que si le sucre *qui se transforme en alcool, se transforme bien suivant cette formule*, une certaine partie du sucre ne subit pas la fermentation alcoolique et entre dans diverses combinaisons.

Pasteur a démontré que les produits réels formés par la fermentation du sucre étaient en centièmes et en poids :

Alcool	51.11
Acide carbonique	49.42
Acide succinique	0.67
Glycérine	3.17
Cellulose, graisse, matières extractives	1.00
	105.37

Donc, 100 parties de sucre cristallisable donnent théoriquement 64.3 d'alcool en volume, au lieu de 67.75, chiffre admis par Lavoisier.

Mais en pratique cette formule elle-même n'est plus exacte, car l'alcool qui se forme pendant la fermentation n'est jamais de l'alcool éthylique pur; dans toute fermentation, il est accompagné d'alcools supérieurs (dans la série des alcools) soit propylique, butylique, amylique; des aldéhydes de chacun de ces produits, etc., etc. (1).

La fermentation se fait dans des cuves cylindriques ayant une capacité qui varie de 100 à 1.000 hectolitres, suivant l'importance de l'usine (fig. 9, pl. 3).

Pour la mise en train, on délaye 12 à 15 kilogr. de levure de bière dans 20 litres de jus et on les verse dans la cuve qui doit être remplie au tiers ou au quart. Lorsque la fermentation est en marche, ce que l'on constate par le dégagement de l'acide carbonique, on alimente la cuve par un filet de moût jusqu'à ce qu'elle soit remplie; le filet de liquide abaisse la température de la cuve et la fermentation marchant d'une façon continue ne s'emporte jamais.

On obtient ainsi une masse de ferment qui se renouvelle sans cesse et agit, en se développant gra-

(1) Voy. à ce sujet *Nouveau Manuel de la Distillation des grains et des mélasses*, 1 vol. et atlas, 5 fr. (Encyclopédie-Roret).

duellement, sur une quantité relativement petite de jus sucré acidulé par les acides organiques mis en liberté par l'acide sulfurique.

Lorsqu'une cuve est remplie et en pleine fermentation, on la met par une tubulure inférieure en communication avec la suivante, qui est vide. Dès que le liquide y est au même niveau, on fait arriver sur chacune d'elles un filet égal de jus nouveau jusqu'à ce qu'elles soient remplies simultanément. On abandonne alors la première cuve pour lui laisser terminer sa fermentation ; après refroidissement, on envoie le liquide dans le réservoir à vin, où la pompe le puise pour alimenter l'appareil de distillation.

Pendant ce temps on coupe la seconde cuve pleine avec la troisième et on opère ensuite de la même manière, de façon à obtenir le roulement.

Une fois la rotation établie, on a tous les matins : 1° une cuve refroidie qu'on distille dans la journée; 2° une autre cuve pleine qu'on laisse achever sa fermentation et refroidir pendant vingt-quatre heures ; 3° une cuve pleine qu'on répartit avec la quatrième qui a été vidée la veille. Le travail s'exécute ainsi pendant des mois entiers sans employer de levure de bière, le ferment se régénérant sans cesse.

Dans un grand nombre de fabriques, on préfère aujourd'hui employer pour la fermentation le système de cuves-mères alternatives, en faisant arriver les moûts sur une cuve pleine d'où le liquide en fermentation sort pour remplir une autre cuve. Quand la seconde est pleine, elle sert de cuve-mère à son tour et on laisse achever la fermentation de la première.

Cette disposition permet de ne prendre que le levain de la partie supérieure de la cuve qui est le plus pur. Dans ces conditions, six à huit heures sont nécessaires

pour remplir une cuve et douze à seize heures pour que la fermentation soit terminée. Chaque cuve servant en outre pendant six à huit heures à en remplir une autre, on voit qu'elle peut être vidée toutes les vingt-quatre ou trente-six heures dans la citerne.

La température des cuves doit se maintenir à 25 degrés ; une température supérieure favorise le développement des ferments lactiques qui abaissent rapidement le rendement en alcool.

Fermentations vicieuses. — Des soins de propreté très minutieux sont indispensables si l'on veut éviter les fermentations vicieuses, telles que fermentations lactiques, butyriques, visqueuses, acétiques, nitreuses, etc.

La *fermentation lactique* a pour effet de transformer le sucre interverti en acide lactique, d'après la réaction suivante :

$$\underbrace{C^{12}\,H^{12}\,O^{12}}_{\text{Sucre}} = \underbrace{2\,(C^{6}\,H^{6}\,O^{6})}_{\text{Acide lactique}}$$

L'addition au jus d'une dose d'acide sulfurique un peu plus élevée est souvent un remède efficace contre la fermentation lactique.

La *fermentation butyrique* apparaît le plus souvent en même temps que la précédente, bien qu'à un degré moindre ; elle a d'ailleurs les mêmes causes (malpropreté, altération des betteraves, température trop basse ou non-acidité des moûts).

Les produits auxquels elle donne naissance sont de composition analogue :

$$\underbrace{2\,(C^{6}\,H^{6}\,O^{6})}_{\substack{\text{Acide}\\ \text{lactique}}} = \underbrace{C^{8}\,H^{8}\,O^{4}}_{\substack{\text{Acide}\\ \text{butyrique}}} + \underbrace{4\,CO^{2}}_{\substack{\text{Acide}\\ \text{carbonique}}} + \underbrace{4\,H}_{\substack{\text{hydro-}\\ \text{gène}}}$$

L'acide butyrique répand une odeur de beurre rance.

Cette fermentation est toujours accompagnée d'un dégagement d'hydrogène caractérisque.

Contrairement aux précédentes, la *fermentation acétique* ne se produit pas aux dépens du sucre, mais de l'alcool déjà formé. Elle provient surtout de la malpropreté des cuves ; elle survient aussi lorsque les jus fermentés restent trop longtemps en cuve avant d'être distillés, aussi faut-il couvrir les cuves si une cause quelconque empêche de distiller de suite.

Quant à la *fermentation nitreuse,* elle provient des sels azotés de potasse contenus dans les jus de betteraves. C'est la plus dangereuse ; pour l'éviter, il ne faut pas employer de betteraves riches en nitrates, ou bien si on n'en a pas d'autres, il faut ajouter de la levure fraîche et une grande proportion d'acide.

Donc, pour éviter ces accidents, il faut que dès qu'une cuve est vidée, elle soit immédiatement lavée à la brosse avec de la vinasse ou de l'eau bouillante ; on la lave ensuite avec de l'eau fortement acidulée, puis on rince avec de l'eau fraîche.

Enfin, la cuverie sera assez élevée de plafond et d'une aération facile, de plus la température devra pouvoir s'y régler facilement.

Prix de revient d'un hectolitre d'alcool par la méthode Champonnois. — Lorsque l'on traite des betteraves titrant de 10 à 11 pour 100 de sucre, telles que les betteraves de Silésie, on peut admettre les rendements suivants établis par M. Millot, par hectolitre d'alcool, correspondant à 5 p. 100 d'alcool à 90 degrés :

Betteraves, 2.000 kil. à 18 fr. la tonne.	36 »
Charbon, 120 kil. à 30 fr. la tonne	3.60
Acide sulfurique, 6 k. à 16 fr. les 100 k.	0.96
Main-d'œuvre	3 »
Frais généraux, amortissement	5.60
	49.16
Dont il faut déduire 1.200 kilogr. de pulpe évalués à	12 »
Différence.........	37.16
Logement en pipes de bois............	4.54
Prix de l'hectolitre d'alcool...........	41.70

On obtient ainsi 5 pour 100 d'alcool à 90° à la sortie des macérateurs, 75 à 80 kilogr. de pulpe. Cette pulpe mise en silos s'égoutte par le tassement et se réduit à un poids variant de 50 à 65 p. 100 du poids de la betterave.

Nous avons supposé que l'on traitait des betteraves à sucre, ce qui est le cas le plus général. Cependant, dans quelques cas, où l'on a une grande quantité d'animaux à nourrir, il peut être plus avantageux d'employer des betteraves fourragères, tenant moins de sucre, mais donnant un plus grand rendement à l'hectare.

Un hectare de betteraves à sucre rendant 40.000 kil. en moyenne, produit avec un rendement de 5 p. 100, 2.000 litres d'alcool et 24.000 kilogr. de pulpe, à 60 °/₀ de rendement.

Les frais de traitement étant, comme nous l'avons vu, de 6 fr. 50 par 1.000 kilogr., la dépense sera de 260 francs. Dans les mêmes conditions, on obtiendra 70.000 kilogr. de betteraves fourragères, disette ou

globe jaune, rendant 3.5 à 3.6 pour 100 d'alcool, soit 2.500 litres et 42.000 kilogr. en pulpe.

Les frais de traitement à 6 fr. 50 les 1.000 kilogrammes s'élèveront à 455 francs.

La dépense en plus sera donc de 195 francs, mais on aura 500 litres d'alcool de plus et 18.000 kilogr. de pulpe.

Le prix d'établissement des usines varie avec leur importance ; plus le travail est considérable, moins le matériel coûte à proportion. C'est ainsi que pour un travail de 15.000 kilogr. de betteraves la dépense est par 1.000 kilogr. de 1.800 fr., tandis qu'elle n'est que de 1.550 fr. quand le travail est de 20.000 kilogr., et de 1 200 fr. pour un travail journalier de 35.000 à 40.000 kilogrammes de betteraves.

Valeur réelle du procédé Champonnois. — Discussion. — Dans un rapport signé de M. E. Clerget, présenté à la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale sur la fabrication de l'alcool de betterave dans les établissements agricoles par le procédé Champonnois, on lit ce qui suit :

« Le but que s'est proposé M. Champonnois a été de rendre cette fabrication praticable dans les établissements agricoles et de lui donner le caractère d'une industrie annexe, propre à créer des travaux pour l'hiver, à faciliter la variété des assolements, à augmenter l'alimentation du bétail et, par conséquent, les engrais. Bien des efforts ont été faits pour arriver à de semblables résultats au moyen de la fabrication ; mais ils sont demeurés, jusqu'à présent, sans succès, et les grandes fabriques spéciales de sucre ont seules continué à prospérer. C'est que la fabrication du sucre exige une main-d'œuvre compliquée et difficile, ainsi qu'un outillage dispendieux et généralement hors de la

portée des cultivateurs. Le matériel d'une fabrique de sucre bien organisée se compose de machines à vapeur, de grands générateurs, de râpes mécaniques, de presses hydrauliques, d'appareils à cuire dans le vide et de purgeurs centrifuges. La fabrication de l'alcool est évidemment moins complexe, et aussi celle des alcools ordinaires a-t-elle été toujours pratiquée par un grand nombre de cultivateurs. On compte, en France, plus de dix mille propriétaires de vignes qui distillent eux-mêmes des vins et des marcs de raisin. En Allemagne, les distilleries agricoles de grains et de pommes de terre sont extrêmement multipliées ; dans le seul district de Mayence, il en existe plus de quatre cents. Cet état de choses prédispose à penser qu'une méthode judicieuse peut donner la solution de l'intéressant problème de l'installation, également dans les campagnes, de la fabrication de l'alcool de betterave. »

Quelque mérite qu'on ait reconnu assez généralement au procédé proposé par MM. Champonnois et Bavelier, il s'est cependant élevé une polémique assez vive au sujet des avantages qu'il peut présenter sous le rapport économique, et des inconvénients qui lui semblent inhérents. La discussion qui s'est établie à ce sujet n'a pas toujours eu lieu avec une entière bonne foi ou avec une connaissance approfondie du sujet, et parfois des intérêts particuliers ont cherché à l'obscurcir ou à l'attirer sur un terrain étranger. Cependant, comme nous ne devons pas laisser ignorer les principales objections qu'on a faites contre ce système, nous choisirons pour les faire connaître un article remarquable publié sur ce sujet dans le *Moniteur industriel*, par M. L. Kessler, qui paraît s'être attaché à les formuler nettement, et nous reproduirons d'autant plus volontiers cet article qu'il est suivi de l'indi-

cation d'un autre procédé que l'auteur a imaginé et employé lui-même depuis plusieurs années et qu'il recommande aux agriculteurs :

« Depuis la dernière récolte, dit M. L. Kessler, où toutes les autres matières premières que l'on avait généralement employées jusqu'ici pour la distillation se sont élevées tout à coup à un prix qui les a détournées de cet usage, l'attention s'est naturellement portée sur la betterave.

» Cette matière, en effet, sans doute en raison de l'abondance des fourrages, n'avait point suivi la hausse des vins, des matières féculentes et de leur dérivé : l'alcool.

» Il était évident que, dans ces circonstances, en raison de sa richesse en sucre, des avantages que présente sa culture assez répandue, et quoique donnant moins d'alcool que la pomme de terre, elle devait momentanément remplacer celle-ci et les grains dans les distilleries agricoles et industrielles.

» Nul doute donc que cette plante n'ait déjà rendu, et ne rende encore de grands services ; seulement, et comme il arrive d'ordinaire en pareil cas, quelques-uns par intérêt purement spéculatif, d'autres par illusion réelle, ont tellement exagéré les véritables résultats que l'on doit en attendre, qu'il devient d'un intérêt général, et en quelque sorte un devoir moral de les représenter à leur juste valeur, afin d'éviter à ceux que pourrait séduire l'appât de bénéfices impossibles, des mécomptes dont les agriculteurs en particulier pourraient se souvenir longtemps.

» C'est ainsi qu'il a été écrit que certains fabricants étaient parvenus à retirer jusqu'à 12 pour 100 d'alcool de la betterave ; qu'elle était capable de fermenter sans levure, et que l'alcool produit ainsi pouvait atteindre

un prix de revient même inférieur à 10 fr. l'hectolitre. Toutefois, à côté de ces avances mensongères et d'une foule d'autres moins téméraires, mais également mal fondées, nous devons reconnaître qu'il est des cas, rares il est vrai, où l'on est resté dans des limites sages et réelles.

» La betterave peut donner *pratiquement* 4 à 5 litres d'alcool pur par 100 kilog., mais elle exige pour entrer en fermentation alcoolique de fortes quantités de levure, à moins, ce qui revient au même, qu'on ne l'additionne de matières (malt et grains) capables d'en engendrer en fermentant avec elle.

» Les résidus de son traitement servent à peu de chose près, comme la betterave, à l'alimentation des vaches laitières, en les associant à de la paille hachée ou du foin, mais ils perdent beaucoup de leur valeur en passant à l'aigre.

» La betterave a sur la pomme de terre le désavantage de donner presque moitié moins d'alcool ; mais en revanche ses résidus, conservant une bien plus grande valeur nutritive, cette particularité la recommande surtout à l'attention de la ferme et fera toujours que, même avec des moyens mécaniques moins parfaits, celle-ci tirera de son traitement plus d'avantages que l'industrie.

» Mais, s'il faut le dire, personne, que nous sachions, n'a encore défini un traitement assez simple, assez économique et assez parfait pour l'usage agricole, le plus recommandable de tous.

» Les distilleries agricoles, en effet, en utilisant, pour ainsi dire, à deux fins le même produit du sol, en augmentent considérablement la production, et répandent dans les campagnes l'influence bienfaitrice du travail d'hiver. Elles ont, en outre, pour certaines contrées

retirées, l'avantage de transformer un produit volumineux en un équivalent en marchandises : viande et alcool, qui l'est quinze ou vingt fois moins, et peut dès lors supporter les frais d'un transport plus lointain. Enfin la betterave rend à la terre tout ce qu'elle lui prend, à la seule exception d'une petite quantité de phosphate.

» Le procédé de M. Champonnois, recommandé pour cet objet, quoique évidemment combiné de manière à séduire une imagination peu familière à la théorie et à la connaissance de la matière, doit surtout en être éloigné.

» Il repose sur l'emploi des vinasses sortant de l'alambic à la cuisson et au lavage de la racine.

» On se sert avec bénéfices, il est vrai, des vinasses lorsqu'on traite des matières farineuses, et la raison en est facile à saisir : on y retrouve une grande quantité de dextrine complètement transformable en sucre, et partant en alcool, et l'on compense ainsi les énormes inconvénients de ce système qui, appliqué à la betterave, s'aggrave encore de tout ce que cette plante a de récalcitrant, mais encore n'est-ce que grâce à des précautions spéciales et assidues, sans lesquelles le gain se changerait infailliblement en perte d'alcool.

» Pour la betterave, qui ne renferme que du sucre, et pas traces de fécule, le même motif est loin d'exister; bien plus, on n'en retire pas même l'avantage d'une économie notable de combustible, car, ainsi que nous allons l'expliquer, on distille en définitive des liquides moins chargés que ceux que l'on peut obtenir par d'autres moyens, et le combustible épargné par la cuisson se consomme en plus pour la distillation.

» Les principaux inconvénients qui motivent notre

désapprobation de cette méthode sont les suivants :

» 1° Les vinasses, en traversant les tranches, se refroidissent à leur contact, et dès lors, ne rencontrant plus que des matières crues, ne se chargent que très mal de matières sucrées et seulement par le fait d'un *lavage*, et non d'un *déplacement*. De là, production de jus faibles ;

» 2° Les vinasses ayant elles-mêmes une densité qui les fait marquer à l'aréomètre, on est dépouillé du concours commode de cet instrument pour reconnaître le moment où le lavage est terminé et comment il a réussi ;

» 3° Les liqueurs devant être employées bouillantes, on est forcé, pour procéder au chargement d'une cuve, d'attendre que la distillation d'une autre soit terminée, ce qui ne laisse pas que d'employer un temps assez long en pure perte, pendant lequel les liquides sortis les premiers se refroidissent et s'acidifient, ce qui a lieu d'autant plus rapidement qu'ils renferment en eux le germe de cette modification ;

» 4° En effet, un liquide fermenté est toujours d'une acidité sensible, sinon au palais, du moins aux réactifs. La cause de cette altération gît, d'une part, dans la présence dans la betterave de matières jouant le rôle de ferments à l'égard du sucre et déterminant la transformation d'une partie de celui-ci en acide lactique, pendant qu'à ses côtés le reste produit de l'alcool sous l'influence de la levure. D'une autre part, l'alcool déjà produit s'oxyde en partie à l'air et passe à l'état de vinaigre. Ces deux acides une fois formés agissent comme des ferments nouveaux fonctionnant dans le même sens avec une énergie qui croît comme leur quantité. Ils persistent dans les vinasses après la distillation et excitent dans les fermentations nouvelles,

avec une impulsion très forte, ces mêmes mouvements destructeurs du sucre et de l'alcool ;

» 5° Enfin, souvent et surtout lorsqu'on cherche à combattre ces effets toujours désastreux par la saturation des acides formés, on tombe dans la fermentation muqueuse du sucre que la levure bouillie, et telle est celle contenue dans les vinasses, détermine ordinairement. Cette fermentation a d'autant plus de prise sur les jus, que celui de la betterave fraîche en parcourt souvent immédiatement les phases, lorsqu'il est abandonné à lui-même sans levure. On le voit, les défauts inhérents à ce procédé sont trop graves pour qu'il puisse soutenir l'épreuve de la discussion et de la pratique. »

Un autre défaut qu'on a reconnu au procédé Champonnois, c'est que, loin de donner des alcools de bon goût, il fournit des produits extrêmement infects. On se rend compte en effet assez bien de cette infection de l'alcool produit, en réfléchissant qu'on reverse sans cesse sur les betteraves une vinasse qui, étant un résidu de la distillation, doit être elle-même chargée de produits empyreumatiques, d'huiles essentielles, de fusels, d'éthers composés, etc., qui ont dû se former par suite de l'application d'une chaleur élevée et sous l'influence des sels, des ferments, etc., contenus dans ce résidu. Ces produits empyreumatiques, ces fusels, etc., peuvent très bien ne pas passer à une première distillation, et non seulement ils s'accumulent continuellement dans les appareils distillatoires, puisqu'on reverse sans cesse les vinasses sur les betteraves pour les faire macérer, mais il est très présumable que, par ces applications successives de la chaleur, les produits de ce genre, qui seraient peu volatils, se dédoublent en d'autres produits peut-être moins

volatils encore, et en d'autres qui, doués d'une plus grande volatilité, passent à la nouvelle distillation et viennent infecter les produits. C'est là un défaut capital dans la méthode Champonnois, que le fractionnement des produits ne parvient pas à faire disparaître et qui s'opposera encore longtemps à ce que les alcools de betteraves ainsi fabriqués puissent servir à faire des eaux-de-vie potables, ou à ce qu'on puisse les employer, sans les désinfecter, à des usages économiques, leur véritable destination à l'état brut étant d'avance marquée dans les arts industriels.

Distillation de la betterave par le procédé Kessler.

M. Kessler a proposé un autre système d'alcoolisation de la betterave applicable dans les fermes, mais qui n'est en somme qu'une modification du système Champonnois que nous venons de décrire. Ici la betterave n'est plus coupée en cossettes, mais réduite en pulpe au moyen de la râpe, avec addition de 20 p. 100 de jus faible sur la râpe et acidulée à 2 ou 3 p. 1.000 d'acide sulfurique.

La pulpe tombe dans un bac chargeur mobile sur des rails et que l'on peut amener sur des tables de déplacement, formées d'un fond perforé recouvert d'une toile. On vide le contenu du bac sur une table, de façon que la pulpe occupe une hauteur de 10 à 12 centim. On charge 1.000 kilogr. par table et on étend également. La pulpe étant chargée s'égoutte au travers du fond filtrant. Cet égouttage terminé, on l'arrose avec de la vinasse refroidie par une circulation dans des rigoles à l'air libre. On continue cet arrosage jusqu'à ce que les liquides filtrés n'aient plus que la densité de la vinasse employée à l'arrosage.

Les jus obtenus, dont la température est de 22 degrés, sont envoyés aux cuves de fermentation.

On peut diminuer la quantité de moût en n'envoyant à la fermentation que les premiers liquides à fort degré ; les derniers, constituant du jus faible, servent au déplacement d'une autre table.

L'opération dure une heure pour chaque table. Il reste 80 p. 100 de pulpe égouttée que l'on met en silos.

Ce système permet l'extraction du jus avec un matériel très simple. Cette extraction peut être complète, mais elle dépend beaucoup des soins apportés à cette partie du travail. La vinasse doit être refroidie pour éviter le développement de fermentations acides. On peut terminer par un arrosage de vinasses chaudes pour cuire les pulpes.

On reconnaît que les pulpes sont épuisées quand les liquides marquent zéro à l'aréomètre, on les laisse alors égoutter, puis on renverse les appareils qui se trouvent aussitôt prêts à recevoir un nouveau chargement.

Ces pulpes mêlées aux vinasses bouillantes constituent une nourriture excellente, nullement acide au goût, et renfermant sensiblement tous les éléments de la betterave, moins le sucre, mais plus la levure. Si cette dernière était rare, on la remplacerait aux 4/5 par une addition de farine de malt et de grains à laquelle on ferait subir la saccharification comme à l'ordinaire, opération que l'on peut même exécuter avec les premiers jus écoulés aussitôt qu'ils sont refroidis à 75 ou 70° C.

Tel est le procédé simple, peu dispendieux de matériel et de main-d'œuvre que M. Kessler recommande aux agriculteurs ; il va sans dire que pour l'industrie

et le travail de fabrique nous aurions d'autres méthodes et d'autres appareils à conseiller.

Dans son *Traité pratique de la culture et de l'alcoolisation de la betterave*, p. 114, M. N. Basset soulève contre le procédé de M. Kessler deux objections graves :

1° En admettant, dit-il, que la cuisson des résidus soit d'une haute utilité pour le bétail, M. Kessler fait de cette cuisson une opération qui augmente inutilement les frais, nous préférons dans ce cas la macération à l'aide des vinasses chaudes ;

2° M. Kessler a en outre le même inconvénient que M. Champonnois, et il lui est impossible de ne pas obtenir des produits de mauvais goût.

VI. — Distillation des cossettes avec le jus. Procédé Leplay.

C'est M. Dubrunfaut qui a le premier démontré que des cossettes de betteraves se trouvant dans un jus fermentescible, en présence de la levure de bière, leur jus se transforme en alcool. C'est sur ce principe que M. Leplay, chimiste industriel distingué, a basé son procédé d'alcoolisation de la betterave pour lequel il a pris un brevet d'invention en date du 26 mars 1854 :

Le procédé de M. Leplay repose : 1° sur la fermentation directe de la betterave en nature, coupée en morceaux ou en lanières, sans extraction de jus, et 2° sur la distillation directe de ces morceaux ou lanières par un courant de vapeur d'eau au milieu des morceaux, sans chauffage direct ni barbottage de vapeur et dans des conditions telles que les morceaux conservent leur forme et constituent une pulpe livrable à la consommation.

Pour obtenir ce résultat, il découpe la betterave en tranches d'une forme rubanée de quelques centimètres de longueur, de 1 à 2 centimètres de largeur sur 2 à 3 millimètres d'épaisseur ; ces tranches, placées les unes au-dessus des autres, laissent entre elles des interstices qui permettent un passage à la vapeur qui doit agir sur elles à la fin de l'opération.

La betterave en rubans (ou autre forme convenable) est placée dans des sacs en toile que l'on plonge dans une cuve où se trouve déjà un liquide fermenté. Cette cuve est munie d'un double-fond percé de trous placés à 10 centimètres du fond. On y verse de 1 à 2 kilogrammes d'acide sulfurique par 100 kilogrammes de betteraves en morceaux et la fermentation se déclare instantanément ; au bout de six à huit heures, tout le sucre est transformé en alcool qui reste dans les morceaux de betteraves et s'y substitue pour ainsi dire au sucre.

Le volume du jus primitivement fermenté n'a point sensiblement changé, et ce jus peut servir à une deuxième, troisième et quatrième opération sans addition de jus ni de levure ; ce jus fermenté peut ainsi servir indéfiniment jusqu'à ce que le ferment ait perdu une partie de ses propriétés actives, ce que l'on reconnaît à la durée de la fermentation qui devient plus longue ; alors le jus fermenté doit être distillé et renouvelé avec de nouveaux jus fermentés par les méthodes ordinaires.

Un couvercle percé de trous maintient les sacs dans le jus fermenté pendant l'opération et permet le dégagement de l'acide carbonique.

Les tranches pleines d'alcool sont alors retirées des sacs et placées dans une colonne en bois, cuivre ou tôle, assez semblable aux filtres à noir. La vapeur

introduite par le fond pénètre par les trous du double-fond des interstices des betteraves, en enlève avec elle les vapeurs alcooliques et les entraîne par une ouverture placée au haut dans un serpentin condensateur. On peut enrichir plus ou moins l'alcool et l'obtenir à 70 et même 80 degrés, en lui faisant traverser une plus ou moins grande hauteur de couches.

M. Leplay indique aussi d'autres appareils pouvant remplir le même but ; en continuant l'action de la vapeur, les couches s'épuisent et le résidu de cette distillation constitue une pulpe cuite qui contient tous les éléments nutritifs de la betterave, même les sels solubles de potasse et de soude : le sucre seul a disparu.

On peut disposer une série de vases semblables à celui que nous venons de décrire et les faire communiquer entre eux ; le produit alcoolique sera d'un degré plus fort et l'opération sera continue.

M. Leplay décrit aussi un appareil remplissant le même but et composé d'une série de plateaux mobiles constituant par leur ensemble une tige, porteur de diaphragmes contenus dans un cylindre percé de trous à son milieu. On peut enlever un diaphragme en bas et en rajouter un en haut. La vapeur pénètre par une série d'ouvertures et s'échappe par l'autre série pour aller se condenser riche de l'alcool qu'elle a enlevé à une certaine hauteur de tranches de betteraves. Par cette méthode la distillation est aussi continue et faite dans de bonnes conditions.

Nous n'avons pas besoin de faire ressortir les nombreux inconvénients pratiques que présente ce procédé, la main-d'œuvre qu'il exige, le combustible qu'il dépense, les pertes d'alcool qu'il doit nécessairement provoquer, la grandeur des appareils nécessaires, l'im-

parfait épuisement des betteraves du sucre qu'elles renferment ou le faible produit en eau-de-vie qu'on doit obtenir, enfin l'acidulation des betteraves qui deviennent impropres à la nourriture du bétail. Chacun de ces inconvénients pourrait être le sujet d'une discussion étendue ; mais nous préférons, sous ce rapport, nous en remettre au bon sens de nos lecteurs.

VII. — Distilleries industrielles de betteraves.

Lorsqu'on traite plus de 100.000 kilogrammes de betteraves par jour, la distillerie n'est plus agricole mais véritablement industrielle, on emploie alors, pour l'extraction du jus, le procédé actuel de diffusion employé en sucrerie. On retire 133 parties de liquide pour 100 de betteraves, ce qui permet un épuisement complet de la pulpe et donne des jus à 3 degrés ou 3° 1/2. Dans ce cas, on ne peut employer la vinasse, dont l'acidité attaquerait la tôle des diffuseurs, et l'épuisement doit être fait à l'eau. Les jus sortant à 40° doivent être refroidis à 22 et acidulés à 2 p. 1,000 d'acide sulfurique avant d'être envoyés aux cuves de fermentation. Après avoir soumis les pulpes à la presse, il en reste 45 à 50 p. 100.

Dans ce système, on découpe la betterave en cossettes à l'aide du coupe-racines. Ces cossettes, dont la section est généralement triangulaire, sont chargées dans des vases tronconiques en tôle pouvant être fermés hermétiquement ; ces vases ou diffuseurs sont au nombre de dix à seize, le plus souvent douze, et constituent ce qu'on appelle une batterie de diffusion. Tous les diffuseurs communiquent entre eux par des tubes allant de la partie inférieure de l'un, qui est re-

couverte d'une tôle perforée, à la partie supérieure du suivant.

Les diffuseurs sont généralement placés en cercle et le coupe-racines est au centre, à l'étage supérieur, d'où un conduit mobile peut amener les cossettes à la partie supérieure de chacun des diffuseurs.

Sur le passage du liquide d'un diffuseur au suivant se trouve un réchauffeur tubulaire à vapeur, qui permet d'élever à volonté la température du liquide.

Voyons maintenant le fonctionnement d'une semblable batterie :

Sur 12 diffuseurs, onze sont remplis de cossettes et un est en chargement.

On fait arriver de l'eau à 40 degrés sur le diffuseur le plus anciennement chargé, sous la pression d'une atmosphère et demie, à l'aide d'un réservoir supérieur, surélevé de 15 mètres, ou d'une pompe. On emploie 250 litres d'eau pour 100 kilogrammes de cossettes.

Les onze vases étant en communication, le liquide qui arrive sur ce dernier déplace successivement les liquides des vases intermédiaires, jusqu'au premier diffuseur qui vient d'être rempli de cossettes fraîches ; on fait sortir le jus de ce diffuseur et on l'envoie dans un réservoir. On extrait ainsi 135 litres de liquide par 100 kilogrammes de cossettes, chargées dans le premier diffuseur. Les diffuseurs contiennent généralement 1,000 à 2,000 kilogrammes de cossettes ; on retire donc 1,350 à 2,700 litres de jus.

Pendant ce temps, le diffuseur qui était en chargement se trouve rempli ; on isole de la batterie le plus anciennement chargé que l'on vide par le bas, et on le remplit. L'eau est alors mise sur le suivant comme précédemment et vient finalement en contact des cossettes fraîches, d'où le jus se rend dans le réservoir.

Chaque opération dure dix minutes ; les tranches de betteraves restent donc une heure cinquante minutes dans les diffuseurs. L'épuisement est basé sur les phénomènes d'osmose. Le liquide sucré qui se trouve dans les cellules de la betterave, trouvant de l'autre côté des parois de la cellule un liquide moins riche en sucre, le sucre passe au travers de la paroi jusqu'à ce que la teneur en sucre des deux liquides soit la même. Les cellules se trouvant successivement, pendant les onze opérations de passage du liquide, en présence de jus de moins en moins riches, finissent par s'épuiser complètement.

Pour que ces phénomènes d'osmose aient lieu rapidement, il faut échauffer les cossettes à une température déterminée, la diffusion étant très faible à froid. L'eau étant employée à 40 degrés, quand elle a passé sur le premier diffuseur on la réchauffe à 75 degrés avant de la faire arriver sur le suivant; la température se maintient alors de 70 à 60 degrés dans tous les autres, et on réchauffe de nouveau le liquide à 75° avant de la faire arriver sur les cossettes fraîches du premier diffuseur.

Chaque diffuseur sert alternativement de dernier, puis de premier dans la série, c'est donc un épuisement méthodique.

Les eaux contenues dans le dernier diffuseur, que l'on vide, sont rejetées, elles ne contiennent que 0,1 °/₀ de sucre ; les cossettes ne renferment que 0,3. On peut extraire ainsi 97 à 98 °/₀ du sucre contenu dans la betterave.

Le moût sucré sort de la batterie de diffusion à 35 ou 40 degrés, on le refroidit en le faisant circuler dans un serpentin entouré d'eau froide ; quand il est ramené à 22 degrés, on l'acidule et on met en fermen-

tation. On peut ainsi traiter de 100.000 à 200,000 kilogrammes de betteraves par jour.

On emploie aussi dans un grand nombre d'usines du nord de la France l'extraction du jus par râpage de la betterave et pression à l'aide des presses continues.

On se sert des presses qui servaient autrefois en sucrerie. (Fig. 2, pl. 3.)

On ajoute 60 p. 100 de liquide de deuxième pression à la râpe et on obtient de 100 de betteraves, 135 de jus et 25 de pulpe. Cette pulpe, délayée dans un mélangeur avec de la vinasse, est pressée une seconde fois en ajoutant, avant la seconde pression, 60 pour 100 de vinasse du poids de la betterave ; on obtient donc environ 135 litres de liquide pour 100 de betterave. Si celle-ci était à 11 p. 100 de sucre, on aurait des jus à 3 degrés 1/2. L'épuisement est beaucoup plus complet qu'en sucrerie, où l'on ne peut pas ajouter autant de liquide à la seconde pression.

Les jus sont alors acidulés à 2 pour 1,000 et mis en fermentation à une température convenable.

VIII. — **Valeur des pulpes de distilleries.**

La distillation des betteraves laisse des résidus très importants, ayant une grande valeur ; parmi ces résidus, nous devons tout d'abord examiner les pulpes ou drèches ; les autres seront étudiés par la suite, au fur et à mesure que nous les rencontrerons.

D'après la moyenne de nombreuses analyses faites par MM. Pagnoul, Pellet, Vivien et Durin, on peut admettre la composition qui suit pour ces pulpes.

DÉSIGNATION	Eau p. 100	Matières organiques p. 100	Matières minérales p. 100	Matières azotées p. 100 de pulpe normale	Matières azotées p. 100 de pulpe desséchée	Quantité par 1,000 kilogr. de racines (moyenne)	Valeur par 1,000 kilogr. de pulpe	Valeur moyenne par hectolitre d'alcool
						kil.	fr.	fr.
Pulpes de diffusion	88.24	10.90	0.86	0.96	8.06	420	14 »	10.58
Pulpes de presses continues ordinaires...............	82.07	16.13	1.80	1.03	5.87	300	19 »	10.25
Pulpes de presses continues, macération à la vinasse...	81.30	17.45	1.25	1.56	8.34	300	23 »	12.40
Pulpes de macération Champonnois................	91.98	6.89	1.13	1.23	15.36	600	13.20	14.25

En donnant, comme le proposent MM. Wolff et Vivien :

Une valeur	de 0 fr. 60	par kilogr.	de matière	azotée albuminoïde.
—	de 0 fr. 10	—	—	hydrocarburée,
--	de 0 fr. 05	—	de sels,	

En admettant aussi, surtout pour les pulpes de distillerie macérées à la vinasse, une proportion de 75 à 80 p. 100 de matières albuminoïdes dans les matières azotées totales, on arrive aux chiffres consignés dans la colonne ci-dessus.

Rien n'est plus variable que la composition des pulpes, aussi ne peut-on pas atteindre à une concordance complète de résultats ; nous donnons, pour terminer cette appréciation théorique et relative de la valeur des pulpes, un tableau dressé par M. Pellet, en conformité d'opinions avec MM. Wolff et Vivien. Nous négligeons la pulpe de presses hydrauliques, qui n'existe plus.

	Pulpe de Presses continues non macérées à la vinasse	Pulpes de Diffusion	Pulpes de Distillerie macération à la vinasse
Matières azotées (albuminoïdes)	$0^{k}560 \times 0^{f}60$ = fr. 0,316	$0^{k}734 \times 0^{f}60$ = fr. 0,440	$1^{k}249 \times 0^{f}60$ = fr. 0,749
Matières hydrocarbonées	$13^{k}74 \times 0^{f}10$ = » 1,374	$9^{k}216 \times 0^{f}10$ = » 0,921	$7^{k}00 \times 0^{f}10$ = » 0,700
Sels utiles	$1^{k}22 \times 0^{f}05$ = » 0,061	$0^{k}57 \times 0^{f}05$ = » 0,028	$0^{k}58 \times 0^{f}05$ = » 0,029
	Pour 100 kilog. fr. 1,751	Pour 100 kilog. fr. 1,389	Pour 100 kilog. fr. 1,478
Valeur pour 1,000 kilogr.	fr. 17,51	fr. 13,89	fr. 14,78
RÉSUMÉ DU PRIX COMPARATIF DES PULPES :			
1° En ne tenant compte que de l'équivalence en matière sèche des pulpes .	fr. 16,40	fr. 13,66	fr. 14,40
2° En appréciant la relation nutritive des pulpes, rapportée au foin.........	» 16,20	» 12,20	» 14,50
3° En appliquant les valeurs argent ci-dessus à chaque matière utile...........	» 17,51	» 13,89	» 14,78
Moyenne......	» 16,70	» 13,25	» 14,56

Les chiffres de ce tableau diffèrent un peu de ceux donnés précédemment; cette différence s'explique parfaitement par la composition analytique des pulpes qui sont entrées dans la moyenne des deux tableaux. Nous pouvons admettre parfaitement une moyenne générale de ces résultats, et considérer que la valeur des pulpes de diverses natures, valeur comparée à celle du foin à 10 francs pour 100 kgr., est la suivante :

		Par 1,000 k.
Pulpe de diffusion.	fr. 14 » / » 13.25	fr. 13.62
Pulpe de presses continues. (Travail ordinaire).	» 19 » / » 16.70	» 17.85
Pulpe de presses continues. (Macération à la vinasse).	» 23 » / » »	» 23 »
Pulpe de macération. (Champonnois).	» 13.20 / » 14.56	» 13.88

Valeur, comparée au foin, des résidus fournis par les betteraves, par hectolitre d'alcool :

Travail par diffusion à l'eau	Fr. 10.25
— par presses continues, sans vinasse	9.64
— par presses continues (macération avec vinasse)...	12.40
— par macération à la vinasse (Champonnois)	14.95

IX. — Installation pratique des distilleries de betteraves.

Disposition à donner à une distillerie agricole de betteraves.

Dans toute industrie qui s'exerce sur de grandes masses de matières, on doit éviter avec le plus grand

soin, dans les transformations successives qu'on fait subir à ces matières, des déplacements fréquents ou des mouvements qui exigent un travail mécanique considérable et toujours très dispendieux. Ce principe économique a surtout besoin d'être appliqué dans toute sa rigueur aux distilleries agricoles, où il faut procéder avec toute l'économie possible, sans dépense inutile de travail et sans perte du produit qu'on se propose de recueillir. Il faut donc, quand on construit une de ces distilleries, disposer le local et y distribuer les appareils de manière à satisfaire à ce principe dont l'influence se fait sentir plus qu'on ne pense sur l'avenir et le succès de l'établissement. Nous savons bien que dans les fermes on ne construit pas toujours un local pour y exploiter une nouvelle industrie, et que la plupart du temps on y consacre un bâtiment déjà construit et qui auparavant avait une autre destination, mais le principe n'en est pas moins exact, seulement il faut apporter quelque réflexion dans la manière dont on adaptera ce bâtiment à de nouveaux besoins et aux moyens qu'il faudra employer pour profiter des dispositions qu'il présente, ou du moins atténuer les inconvénients qu'on y a reconnus pour le classement des appareils.

On conçoit qu'en pareille matière on ne peut guère prescrire de règles particulières, et qu'on doit se renfermer dans les données générales du problème; mais ce qui peut être utile aux agriculteurs distillateurs, ce sera de leur présenter un ou deux exemples de la disposition donnée par M. Champonnois à ces sortes d'exploitations. Nous empruntons ces exemples l'un au traité de M. Payen sur la distillation de la betterave, l'autre au rapport fait à la Société d'encouragement, par M. Clerget, et inséré dans le nº 15 de 1854

du Bulletin de cette Société. D'ailleurs ces exemples serviront à faire mieux comprendre l'ensemble et la succession des opérations.

Disposition générale d'un atelier où l'on se proposerait de traiter chaque jour 4.000 kilog. de betteraves en douze heures de travail.

Fig. 10. Pl. 1. Section longitudinale de l'atelier.

Fig. 11. Pl. 1. Plan du même atelier.

A, halle de réception des betteraves et de préparation des mélanges de fourrages, contenant le manège, le hache-paille, des cuves ou citernes à fourrages mélangés et le laveur.

B, laveur mécanique ordinaire, c'est un cylindre à claire-voie en fer ou en bois, tournant avec une vitesse de 10 à 15 tours par minute, dans une caisse à demi pleine d'eau, recevant les betteraves par une trémie, les rejetant toutes lavées au delà de l'autre extrémité C.

D, coupe-racines formé d'un disque de 75 cent. à 1 mètre, animé d'un mouvement de rotation de 150 tours par minute.

E, E, E, cuviers macérateurs recevant les betteraves découpées en rubans ou en fines cossettes et les rendant à tour de rôle épuisées de jus sucré qui est remplacé par la vinasse.

E', E', E', banquette sur laquelle se fait le service pour emploi et vider les cuviers.

E, baie ouverte sur laquelle se rabat un plan incliné en bois qui reçoit les cossettes épuisées et les conduit sur un carrelage E''', devant les citernes ou bassins à fourrages. Le mélange effectué sur ce carrelage est aussitôt jeté dans ces bassins.

F, citernes ou bassins en bois ou en maçonnerie bordés à la partie supérieure d'un madrier en bois.

G, G', G'', G''', quatre cuves à fermentation auxquelles aboutit le tube alimentaire *c, c, c,* qui reçoit les décharges successives des jus sucrés déplacés par la vinasse dans les trois cuviers.

A l'aide de deux paires de robinets *c', c',* débouchant directement près du niveau supérieur desdites cuves, il est très facile de faire arriver le jus sucré soit dans l'une, soit dans deux de ces cuves.

On peut également vider alternativement chacune de ces cuves à l'aide de quatre robinets *d', d',* adaptés chacun à la paroi latérale et à 50 ou 60 centimètres au-dessus du fond d'une cuve et correspondant à l'intérieur avec un tube plongeur *d, d,* et à l'extérieur avec le tube commun aux quatre cuves *d'', d'',* qui aboutit à une pompe *d''',* servant à élever le vin dans le réservoir J alimentaire de l'alambic.

Non seulement le tube commun *d'', d'',* sert à la vidange des quatre cuves, mais encore il permet d'établir à volonté une libre communication entre toutes les cuves ou bien entre deux ou trois seulement d'entre elles.

L'opération pour mettre en communication deux cuves, lorsqu'on veut, chaque jour, partager le liquide en fermentation dont une cuve est pleine et une autre de ces quatre cuves qui se trouve vide et disposée pour recevoir cette demi-cuvée est très simple. Les quatre robinets étant fermés, il suffit d'ouvrir d'un côté, le robinet adapté à la cuve vide, soit par exemple celui placé sur la cuve G, et d'un autre côté le robinet adapté à la cuve G'', pour que le liquide s'écoule aussitôt de celle-ci dans l'autre, jusqu'au moment où étant arrivé au même niveau dans les deux cuves G et

G", tout écoulement cesse, et que le partage étant opéré, on ferme les deux robinets. C'est alors qu'il faut faire arriver simultanément dans ces deux demi-cuvées le jus sucré fourni par l'un des trois cuviers de macération. On ouvre donc les deux robinets situés sur le trajet du tube alimentaire spécial *c*, *c*, et correspondant, l'un à la cuve G", l'autre à la cuve G ; dès lors aussi chacune des décharges du jus sucré, venant de l'un des trois macérateurs par le tube *c*, *c*, *c*, *c*, se répartit entre lesdites cuves G" et G, jusqu'à ce qu'elles soient remplies ; on règle facilement d'ailleurs ce partage entre les deux cuves, en ouvrant plus ou moins les robinets correspondants. On est guidé dans cette répartition en consultant l'élévation progressive du niveau indiqué dans chaque cuve par un flotteur d'où part un fil enroulé sur deux poulies et muni d'un contre-poids qui passe devant une tige graduée ; on règle l'ouverture des robinets de façon à ce que le niveau monte également dans ces deux cuves.

H, H', première et deuxième chaudières de l'appareil distillatoire Derosne.

I, I, colonne verticale, et I', serpentin couché ou horizontal du même appareil.

h, h, tube de vidange conduisant la vinasse épuisée d'alcool de la première chaudière H, lorsque l'on ouvre son robinet de fond dans le réservoir à vinasse K, K

K, K, réservoir cylindrique à vinasse muni d'un trou d'homme O destiné à faciliter les nettoyages. Ce réservoir est chauffé par la chaleur perdue d'un conduit de fumée, qui a passé autour des parois de la chaudière à réchauffer et se rend dans la cheminée N commune au fourneau de l'alambic dont le foyer est situé sous la chaudière H et au foyer sous la chaudière à vinasse.

L, chaudière à vinasse sous laquelle est pratiqué un

foyer indiqué par des lignes ponctuées et dont la flamme, après avoir chauffé le fond, circule autour des parois latérales pour se rendre dans le conduit de fumée passant sous le réservoir à vinasse et aboutissant à la cheminée N.

M. Champonnois a simplifié et rendu plus économique cette disposition, en faisant servir le réservoir à vinasse de la chaudière à réchauffer et dirigeant par un carneau double la fumée échappée de la deuxième chaudière H', dessous et autour des parois Il lui a suffi de partager en deux capacités ce réservoir par un diaphragme vertical fixé longitudinalement. Le double vase ainsi formé contient dans une de ses capacités la vinasse qu'elle reçoit de la première chaudière H de l'alambic, chaque fois que celle-ci est vidée ; la deuxième capacité contient la vinasse légèrement sucrée que la pompe *c*" soutire de chacun des deux cuviers macérateurs à tour de rôle et qu'elle monte dans ledit compartiment faisant fonction de chaudière à réchauffer.

Deux robinets spéciaux fixés à l'extrémité de ce réservoir cylindrique et correspondant l'un au premier compartiment, l'autre au deuxième, permettent de faire écouler à volonté sur chacun des cuviers macérateurs, soit la vinasse épuisée de l'alambic, soit la vinasse un peu sucrée extraite d'un macérateur, et que l'on avait élevée, par la pompe, dans l'un des compartiments pour la réchauffer.

Disposition d'une usine où l'on traite chaque jour 4.000 *kilog. de betteraves.*

Cette disposition diffère en quelques points de la précédente ; mais dans tous les autres elle s'en rap-

proche sensiblement. Elle a aussi été indiquée par M. Champonnois, et c'est probablement celle qui a été adoptée à la Planche, chez MM. Huot, ou celle de Brégy, ou de Petit-Bourg. Nous croyons dans cet exemple inutile d'entrer dans des explications sur l'usage et le jeu des appareils, ce qui a été dit ci-dessus nous paraissant suffire pour qu'on comprenne cette nouvelle description.

Fig 12. Pl. 1. Usine, section longitudinale sur la ligne AB (fig. 14).

Fig. 13. Pl. 1. La même, section transversale sur la ligne CD (fig. 14).

Fig. 14. Pl. 1. La même, vue en plan.

Les mêmes lettres indiquent les mêmes objets dans toutes les figures.

A, manège.

B, débourbeur.

C, coupe-racines.

D, D, D, cuviers macérateurs.

E, chaudière à réchauffer les jus de macération.

F, pompe prenant les jus faibles des cuviers épuisés pour les remonter dans la chaudière à réchauffer.

G, cuves à fermentation.

H, réservoirs à vinasses.

I, appareil distillatoire.

J, cheminée.

K, pompe remontant le vin des cuves dans l'appareil distillatoire.

L, tuyau conduisant à cette pompe les jus fermentés des cuves.

M, cases à résidus.

N, magasin à futailles et alcool.

O, lieu de dépôt des betteraves.

X, robinets simples ouvrant sur chaque cuve à volonté le tuyau T (fig. 12).

Y, robinets simples mettant en communication les cuves à fermentation avec le tuyau L (fig. 12). C'est au moyen de ce même tuyau et de ces mêmes robinets qu'on partage le contenu de chaque cuve achevée avec une cuve vide pour établir la continuité de la fermentation.

Z, réservoir pour les flegmes.

Appareils propres à une distillerie agricole de betteraves.

Les appareils nécessaires à une distillerie de betteraves sont peu nombreux, et encore ne croyons-nous pas nécessaire de les faire connaître tous en détail. C'est ainsi qu'il sera inutile de décrire les laveurs ou débourbeurs pour détacher la terre qui souille les racines, les coupe-racines que tout le monde connaît et qui peuvent être d'un système quelconque, pourvu qu'ils découpent la betterave en tranches ou en rubans ou cossettes d'un épuisement facile par l'eau, les râpes qu'on voit dans toutes les sucreries, les presses d'un système quelconque, les machines à cylindres unis ou cannelés, etc., les pompes, les monte-jus, etc. Mais ce qu'il nous importe de faire connaître, ce sont les macérations, ainsi que leur système de roulement, et les appareils distillatoires qu'on peut employer avantageusement à ce travail.

MACÉRATEURS

Macérateur Dombasle.

L'extraction de la matière sucrée des betteraves par voie de macération est due à Mathieu de Dombasle

qui a pris, à la date du 19 mai 1831, un brevet de 15 ans pour cet objet, et au 1er août de la même année aussi jusqu'au 6 juin 1838, des brevets de perfectionnement.

Voici comment s'exprime ce brevet qui fait connaître à la fois le principe, le but et le procédé de macération.

« Ce procédé est basé sur les faits suivants :

» 1° Si l'on met à macérer dans l'eau froide ou tiède des racines de betteraves, carottes, etc., découpées en morceaux ou en tranches, l'eau ne se charge que d'une très petite quantité de matière sucrée, quelque minces que soient les tranches.

» 2° Si l'on a préalablement détruit le principe vital qui réside dans les racines, soit par la dessiccation, soit par l'application d'un degré de chaleur suffisant, soit par l'action de la gelée, l'affinité s'exerce alors sans obstacle entre le liquide de la macération et la matière sucrée contenue dans les racines, en sorte qu'il s'opère un partage de la matière sucrée entre le liquide contenu dans les racines, et celui dans lequel sont plongées les tranches. Ce partage se fait d'autant plus promptement que les morceaux ou tranches sont plus minces, et il s'opère à froid, quoique avec moins de promptitude, qu'au moyen de l'application par la chaleur.

» D'après le principe qu'on vient d'énoncer, si l'on découpe des betteraves en tranches de 5 à 7 millim. d'épaisseur, par exemple, si l'on opère la coction de ces tranches par la vapeur de l'eau bouillante ou par tout autre moyen, si l'on verse 100 litres d'eau par 100 kilogr. de ces racines, et si l'on maintient le liquide au degré de l'ébullition pendant une demi-heure ou même moins, l'eau se chargera de la moitié environ de la quantité de sucre contenu dans les racines.

» Le même effet aurait lieu si l'on opérait la coction des tranches dans le liquide même de la macération, ou si les betteraves n'avaient été découpées qu'après la coction opérée par un moyen quelconque.

» Si, après avoir retiré le liquide de cette première macération, on verse une égale quantité d'eau sur les mêmes betteraves, cette eau se chargera encore de la moitié de la portion de matière sucrée qui restait dans les racines ; et par de nouvelles macérations, on pourra ainsi enlever aux racines presque jusqu'au dernier atome de la matière sucrée. Quatre macérations successives suffisent pour que les racines qui y ont été soumises ne pèsent plus, après leur dessiccation, que 3 pour 100 environ du poids primitif des racines.

» D'un autre côté, si l'on verse une nouvelle portion de racines et dans les mêmes circonstances, le liquide provenant de la première macération, en quantités égales en poids, ce liquide se chargera d'une nouvelle quantité de matière sucrée et acquerra de nouveau une augmentation de pesanteur spécifique égale à la moitié de la différence entre sa propre pesanteur et celle du jus contenu dans les betteraves ; et, en le soumettant à plusieurs macérations successives avec des betteraves nouvelles, on portera sa densité à un degré égal à celui du jus que ces mêmes betteraves auront donné par l'expression.

» Il résulte de là qu'en suivant une marche analogue à celle que l'on emploie dans le lessivage des terres salpêtrières ou dans la fabrication du salin (c'est à dire en passant successivement le liquide dans plusieurs cuviers remplis de betteraves découpées et déjà épuisées à différents degrés, en sorte que chaque cuvier reçoive constamment le liquide d'un cuvier moins chargé que lui de matière sucrée), et en donnant à chaque macération une durée suffisante, selon le degré

de température auquel on les aura faites, afin que le partage de la macération s'opère complètement, on amènera tout le liquide au maximum de densité, à mesure qu'il sortira du dernier cuvier qui aura été chargé de betteraves nouvelles et soumises à la coction, soit dans ce cuvier même, soit par une opération préalable, tandis que les racines sortiront du premier cuvier où l'on aura versé l'eau pure, dépouillées plus ou moins complètement de leur matière sucrée, selon que l'on emploiera un plus ou moins grand nombre de cuviers.

» Le liquide obtenu ainsi se traitera comme le jus provenant de l'expression, par la chaux, le noir animal et autres moyens usités, si on le destine à la fabrication du sucre. Ces substances, ainsi que toute autre que l'on pourrait ajouter pour décolorer le liquide ou pour opérer la séparation de quelques-uns des principes qu'il contient, pourront être appliquées dans les cuviers de macération ou dans les opérations subséquentes, selon les circonstances et selon le but qu'on se propose.

» On vient d'indiquer une des combinaisons de ce procédé, mais il est susceptible d'en recevoir une multitude d'autres par des variations dans les moyens par lesquels on opère la coction, ou dans les circonstances qui accompagnent la macération ; on pourrait même combiner ce procédé avec l'action de la presse aux racines cuites, ou en les râpant au lieu de les découper avant l'opération de la coction ; mais toutes ces combinaisons rentrent dans l'invention qui fait l'objet de la demande de ce brevet, que l'on peut caractériser par la phrase spécifique suivante, qui établit le point fondamental par lequel il diffère des moyens employés jusqu'à ce jour :

» Emploi de la coction des racines pour faciliter

l'extraction de la matière sucrée qu'elles contiennent, au lieu de n'appliquer l'action du feu qu'au jus exprimé. »

On a supposé dans les développements que la coction serait le moyen employé pour détruire le principe vital des racines, afin de faciliter la séparation de la matière sucrée qu'elles contiennent, parce que l'on pense que, des trois moyens indiqués plus haut, c'est celui qui sera le plus généralement applicable dans la pratique ; et c'est par ce motif que l'inventeur donne à ce procédé la dénomination de procédé de coction ; mais on répète ici que l'on peut parvenir au même but, soit par la dessiccation des racines, soit en les soumettant à l'action de la gelée, et l'inventeur se réserve expressément l'emploi de ces moyens si leur application peut devenir avantageuse.

Au 1er août 1831, Mathieu de Dombasle, dans un premier brevet d'addition, fait remarquer que le mot coction employé par lui n'indique pas la nécessité d'opérer avec de l'eau bouillante, il suffit d'opérer à la température nécessaire pour favoriser l'action chimique qui n'a pas lieu sur les racines crues et qui agit sur les racines dépourvues de principe vital.

Macérateur Beaujeu.

Cet inventeur a repris le travail de M. Mathieu de Dombasle et imaginé un système de cuves opérant par continuité, filtration et macération. Par ce moyen, il supprime toute la main d'œuvre des épuisements et rechargements.

Il réchauffe en outre par de la vapeur les infusions qui se refroidissent continuellement par leur mise en contact avec de nouvelles tranches de betteraves froides.

Dans l'origine, l'appareil de M. de Beaujeu consistait en une série de tonneaux ou cuviers juxtaposés et communiquant entre eux du fond de l'un à la partie supérieure de l'autre ; le jus était réchauffé par des cylindres chauffés à la vapeur, et plongeant dans chaque filtre. Aujourd'hui la macération s'opère en versant pour le premier tonneau de l'eau à 90°, qui de là passe dans les autres cuviers pour y épuiser les tranches de betteraves, et cela sans qu'elle soit réchauffée de nouveau ; il en résulte que la chaleur cause moins d'altération, inconvénient qui rendait la macération presque impraticable.

Ainsi l'eau du premier cuvier (à 90°) s'écoule dans les deuxième, troisième et quatrième tonneaux et arrive finalement dans le premier ; alors on injecte de la vapeur à 90° afin de faire rompre les cellules des racines, favoriser l'écoulement du jus et de suite on soutire celui qui se trouve être le plus dense de toute la série : on en ferme le robinet ; car alors que l'on continue de verser de l'eau froide dans le deuxième, le premier se remplira de nouveau avec le liquide qui aura passé dans tous les autres ; le second se trouvera suffisamment épuisé, on le videra et on le remplira avec des tranches neuves, et l'on opérera comme il vient d'être indiqué. Ainsi le coup de feu ne sera jamais donné qu'au jus le plus dense et seulement à l'instant où il va être soumis à la défécation.

Macérateur Champonnois.

Maintenant qu'on connaît le principe qui régit la macération, nous décrirons les macérateurs établis par M. Champonnois.

Fig. 15. Pl. 1. Développement des cuviers *macérateurs*, projection verticale.

Fig. 16. Pl. 1. Les mêmes, vus en plan.

D, D', D", batterie de trois cuviers macérateurs.

P, tuyau d'alimentation conduisant les vinasses et le jus réchauffés des chaudières aux cuviers.

Q, tuyaux de vidange des cuviers.

R, bifurcation des tuyaux Q.

S, tuyaux d'ascension des jus.

T, tuyau conduisant les jus des cuviers macérateurs aux cuviers à fermentation.

U, tuyau de transaction des jus du dernier cuvier au premier.

V, tuyau de communication des cuviers macérateurs à la pompe F.

A^1, A^2, A^3, robinets simples mettant en communication le tuyau P, avec chaque cuvier à volonté.

B^1, B^2, B^3, robinets à trois eaux conduisant les jus à volonté, soit d'un cuvier macérateur à un autre, soit aux cuves à fermentation.

C^1, C^2, C^3, robinets simples mettant en communication chacun des cuviers avec le tuyau V.

Chaque cuvier est pourvu d'un fond en tôle percé de trous sur lequel on dépose et on tasse les betteraves découpées en tranches ou en cossettes, jusqu'aux trois quarts ou aux deux tiers environ de la hauteur du cuvier. Sur ces cossettes on place un fond mobile à claire-voie pour s'opposer à ce que le jet de vinasse ou de jus qu'on laisse tomber dessus en ouvrant les robinets ne les dérange et n'y pratique des fontis ou enfin ne les relève au-dessus du niveau du liquide.

Supposons que le cuvier D étant ainsi chargé de cossettes, on y fasse arriver de la vinasse en ouvrant le robinet A'. Cette vinasse bouillante déplace le jus su

cré contenu dans les rubans de berraves, et ce jus se rassemble sous le faux-fond du cuvier D' qu'on a chargé préalablement aussi de cossettes. A cet effet on ouvre le robinet à trois eaux B^2 sur le tube S, qui prend naissance sous le faux-fond de D et débouche au-dessus du deuxième fond de D', et l'équilibre hydrostatique s'établissant entre les deux cuviers, ce jus sucré remonte du premier dans le second où il vient arroser et pénétrer les cossettes qu'il renferme.

Dès que le jus a passé du cuvier D dans celui D', on supprime toute communication entre ces deux vaisseaux en fermant le robinet B^2 et on fait arriver de nouvelle vinasse sur la cossette du cuvier D. Pendant ce temps le jus sucré, mélangé d'un peu de vinasse qui a remonté dans le cuvier D', filtre à travers la cossette qu'il renferme et vient se rassembler sur son fond en déplaçant le jus sucré que cette nouvelle cossette renferme.

En cet état on opère un troisième virement, c'est à dire qu'on fait passer le jus sucré plus concentré du faux-fond du cuvier D' sur la cossette neuve contenue dans le cuvier D", en ouvrant le robinet B^3 sur le tuyau S, puis le jus qui s'est rassemblé sur le fond du cuvier D sur le cuvier D' en ouvrant le robinet B^2 et versant pour la troisième fois de la vinasse sur la cossette du cuvier D.

La cossette du cuvier D, après avoir été traitée ainsi trois fois, successivement par de la vinasse chaude, peut être considérée comme épuisée de jus sucré. Il s'agit maintenant de vider ce cuvier. Pour cela on commence par fermer le robinet B^2 et on ouvre le robinet de fond C' qui fait écouler tout le liquide contenu dans le cuvier par le tuyau V qui conduit à la pompe servant à remonter le liquide dans la chaudière

à réchauffer. Quand ce liquide est écoulé et la cossette bien égouttée, on enlève le fond à claire-voie qui la recouvre et on retire cette cossette avec une fourche double articulée qui la presse et la comprime, et on la jette sur un plan incliné d'où elle tombe dans les cases à résidus.

Aussitôt que le cuvier D a été débarrassé de cossette épuisée, on la remplace par de la cossette fraîche. Pendant qu'on recharge ainsi ce cuvier on fait arriver dans le cuvier D' de la vinasse qui, en se répartissant sur la cossette qu'il renferme, déplace le jus sucré qu'elle contient et qui se rassemble sous son faux-fond d'où on le fait passer sur le cuvier D", afin de pouvoir, au moyen du robinet B^3, l'évacuer à l'état le plus concentré par le tuyau T qui le conduit dans les cuves à fermentation.

Quand tout ce jus saturé de sucre s'est écoulé du cuvier D" dans ces cuves, on ferme sur le robinet à trois eaux B^3 la communication avec les cuves, et on ouvre sur ce même robinet, celle sur le cuvier D par le moyen du tuyau V. Le jus qui couvre le fond de ce cuvier D" passe donc sur la cossette fraîche que renferme le cuvier D, qui devient alors le troisième de la série, au lieu d'être le premier comme auparavant. Celui D' devenant alors cuvier de tête, on y amène de la vinasse qui achève d'en épuiser les cossettes, on fait écouler le jus déplacé dans le cuvier D", puis, de celui-ci, dans le cuvier D pour le conduire ensuite à la cuve à fermentation comme on l'a dit auparavant. On évacue alors la cossette épuisée du cuvier D', et on la remplace par de la cossette fraîchement découpée, et l'opération recommence avec D" comme cuvier de tête, et D' comme cuvier de décharge du jus le plus sucré.

Ainsi, dans ces virements successifs, chaque cuvier

devient à son tour cuvier de tête et cuvier de décharge, et la cossette est soumise à trois infusions, se succédant l'une l'autre, de vinasse qui la dépouillent de plus en plus du jus sucré qu'elle renferme et enfin la livrent à peu près épuisée de sucre, dans un état de ramollissement convenable pour préparer les mélanges propres à l'affouragement des bestiaux.

Macérateur Dubrunfaut.

M. Dubrunfaut a communiqué à la Société d'Agriculture un nouvel appareil macérateur qui est décrit et figuré dans le *Traité de la distillation des betteraves*, de M. Payen, auquel nous empruntons les détails ci-après :

« Cet appareil macérateur, tout en bois, est représenté : 1° par une coupe verticale (fig. 17, pl. 1), suivant la ligne M N du plan ; 2° (fig. 18, pl. 1), par une coupe verticale, perpendiculairement à la première, entre deux cuviers, suivant la ligne S T du plan ; 3° par un plan (fig. 19, pl. 1).

» Les mêmes lettres indiquent les mêmes objets dans ces figures.

» On a dessiné (fig. 19), seulement deux rangées de quatre cuviers chacune, formant un ensemble de huit macérateurs ; M. Dubrunfaut indique deux rangées de chacune sept cuviers formant un ensemble de quatorze macérateurs ; on comprend que les dispositions étant absolument les mêmes dans les deux cas, on ait pu réduire le nombre des cuviers afin d'augmenter l'échelle des dimensions et de rendre les détails plus faciles à représenter et à distinguer nettement.

» Nous décrirons d'abord tous les objets dont se compose l'appareil macérateur ; nous indiquerons ensuite la marche des opérations.

» A, coupe-racines.

» B, chariot sur lequel on charge des paniers après les avoir remplis au coupe-racines : on le fait alors rouler sur le chemin de fer *cc*, et on l'avance en face du cuvier que l'on veut charger.

» d^1 à d^8, cuviers de macération munis d'un double fond percé de trous.

» *e*, conduits en bois établissant la communication du fond de l'un des cuviers à la partie supérieure de l'autre.

» *f*, conduits en bois communiquant avec le fond du cuvier. Près de la partie supérieure de ce conduit, se trouve un robinet *g*, par lequel s'écoule le jus de la macération après avoir passé sur le dernier cuvier. Le liquide coule alors dans le caniveau *h*, pour se rendre soit directement dans les cuves où il doit fermenter, soit, s'il a été extrait froid, à la chaudière (dite de défécation, lorsqu'il s'agit de la fabrication du sucre), où le jus est réchauffé avant d'être dirigé sur les cuves de fermentation.

» *i*, tube pour alimenter d'eau le macérateur, portant un robinet *i'*. L'eau arrive, par ce tube, dans le caniveau *m* qui fait le tour des cuviers, de sorte que l'on peut alimenter à volonté chacun des cuviers. L'eau coule du caniveau dans les cuviers par les ajustages, que l'on bouche au moyen de tampons *m*.

» *l*, conduite de vapeur sur laquelle s'embranchent les tubes barboteurs *k*, qui viennent plonger jusqu'au fond des conduits *e*.

» *o*, ouverture pratiquée dans le plancher *pp* des cuviers. Les cuviers se vident à la pelle. On jette la pulpe par les ouvertures *o*, *o'*, de sorte qu'elle tombe sur le sol *q q*.

» *v*, poutres soutenant le plancher et le poids des cuviers.

» *p*, planches de service autour des cuviers.

» *x*, poutres soutenant le plancher *x'* sur lequel passe le chemin de fer *cc* et le chariot B.

» On découpera en minces lanières la quantité de betteraves nécessaire pour emplir un cuvier (environ 450 kilog. pour une contenance égale à 1 mètre cube). Cette cossette fraîche sera portée, du chariot B et du chemin de fer, dans un des cuviers, d^2, par exemple ; ayant alors intercepté, à l'aide d'un tampon ou d'une vanne fermant le conduit *e'* ; la communication entre le cuvier d^8 et le cuvier d^1, on fera arriver, dans ce dernier, de l'eau ordinaire en ouvrant le tampon *m'* ; à mesure que ce cuvier s'emplira, on fera barboter vivement la vapeur par le tube *k* dans son conduit vertical *e*, de façon à ce que l'eau puisse déborder toute bouillante de ce conduit dans le cuvier d^2 qui contient la cossette neuve ; pendant ce temps, une deuxième charge de cossette neuve sera versée dans le cuvier suivant d^3 ; continuant à faire arriver l'eau froide dans le cuvier *d'* qui déborde dans le cuvier d^2, on fera alors barboter la vapeur seulement dans le conduit vertical de d^2 par le tube *k* appartenant à ce cuvier, et qui chauffera à l'ébullition le jus déplacé à mesure qu'il s'élèvera dans le conduit vertical *e* de ce cuvier, versant bientôt ainsi le jus bouillant sur la nouvelle charge de cossette neuve contenue dans le cuvier d^3.

» Pendant ce temps d^2 aura été rempli de cossette neuve et, dès lors, portant la vapeur exclusivement dans le conduit vertical du cuvier *d*, le jus deplacé dans ce cuvier s'élèvera tout bouillant dans le conduit vertical, et débordera bientôt à cette température dans le cuvier d^4. Tous les cuviers recevront successivement

de la même manière une charge de cossettes neuves qui seront aussitôt échaudées par le jus déplacé bouillant du cuvier qui précède, et, pendant tout ce temps, l'eau froide, arrivant toujours dans le cuvier d^1, aura épuisé les cossettes du cuvier d^2, déplaçant successivement le jus des autres cuviers d^3, d^4, d^5, d^6, d^7, d^8. Lorsqu'on aura rempli ce dernier avec la cossette, puis le jus ainsi déplacé, on videra par un robinet de fond le cuvier *d*, après avoir fermé le conduit horizontal *ee'* qui faisait communiquer le cuvier avec le suivant d^2; on le remplira de cossette neuve, puis on y fera arriver le jus (rendu bouillant par la vapeur) du cuvier d^8. L'eau qui doit déplacer le jus dans tous les cuviers précédents arrivera alors dans le cuvier d^2 par la bonde *m'* correspondante à ce cuvier.

» On voit qu'à ce moment le cuvier d^1 contient de la cossette neuve baignée dans le jus déplacé des sept charges précédentes dans autant de cuviers. Ce jus, ainsi enrichi, est écoulé dans le caniveau *h* en ouvrant le robinet *g* adapté à ce cuvier et y faisant arriver de nouveau jus bouillant déplacé des précédents cuviers, jusqu'à ce qu'un poids de jus égal au poids d'une charge de cossette fraîche (450 kilog. de jus également pour 480 kilog. de cossettes correspondant à 1 mètre cube de capacité du cuvier) se soit écoulé dans ce caniveau.

Alors la charge de cossettes fraîches du cuvier d^1 ayant reçu deux charges de jus bouillant, dont la dernière reste interposée, le cuvier d^2 aura reçu sa dernière charge d'eau qui aura déplacé le jus successivement dans tous les autres cuviers. On fermera la communication entre ce cuvier d^2 et le suivant : il se trouvera, dès lors, isolé. On le videra par un robinet de fond, afin d'égoutter les cossettes épuisées ; celles-ci

seront jetées à la fourche dans une des trappes *o* ou *o'*, et tomberont sur le carrelage *q q*. On remplacera ces cossettes, épuisées par des cossettes neuves ; puis, ouvrant la communication entre le cuvier d^2 et le précédent d^1, on fera arriver de celui-ci une charge de jus bouillant sur les cossettes neuves du cuvier d^2, en même temps qu'un égal volume d'eau froide sera versé dans le cuvier d^3, devenu alors le premier de la série. Alors aussi on interceptera la communication entre d^3 et d^4. Le cuvier d^3 se trouvant, à son tour, isolé, on videra l'eau par un robinet de fond, on jettera la cossette épuisée et égouttée dans la trappe *o*, puis on remplira ce cuvier de cossettes neuves sur lesquelles on fera arriver le jus bouillant du cuvier d^2, ce jus étant poussé par l'eau versée en même temps dans le cuvier d^4. Lorsque le cuvier d^3 sera plein de jus, on fera couler une charge de celui-ci, en ouvrant le robinet *g*, versant dans le caniveau *h*, qui le conduit aux cuves à fermentation.

On comprend que la rotation ainsi complètement établie, la macération a lieu toujours par une double charge de jus bouillant versé sur une charge de cossettes neuves, tandis que l'on vide les cossettes épuisées du cuvier voisin et qu'on remplit celui-ci de cossettes neuves.

La première des deux charges est versée bouillante ou seulement à 60°, suivant la température extérieure, afin que le jus déplacé des cossettes neuves arrive aux cuves à fermentation au degré de température convenable, 22 à 24°.

En supposant que vingt-cinq à trente minutes de temps soient nécessaires pour vider des cossettes épuisées et emplir de cossettes neuves chaque cuvier de la série à tour de rôle, on aura une charge de jus

toutes les demi-heures, ou, en vingt-quatre heures, quarante-huit charges correspondant à quarante-huit fois 450 kilog. par mètre cube d'un cuvier = 21,600 pour l'ensemble de l'appareil. Si chacun des cuviers contenait 3 mètres cubes, la production journalière des jus serait de 64,800 litres.

X. — Procédés divers d'alcoolisation de la betterave.

La plupart des procédés dont nous allons maintenant donner une description sommaire, sont ingénieux ou curieux ; un grand nombre d'entre eux ont fait quelque bruit, lors de leur apparition, mais ils ne sont pas entrés dans la pratique à cause des difficultés diverses que présente leur installation.

Les procédés vraiment pratiques applicables dans les fermes ou dans la grande industrie, ont été décrits plus haut, aussi ne mentionnons-nous ceux qui suivent qu'à titre de curiosité :

Procédé de lixiviation, de M. Schuetzenbach.

M. Schützenbach a pris, à la date du 26 juin 1852, un brevet d'invention pour un procédé de lixiviation continue et à froid de la betterave verte, qui repose sur les principes suivants :

1° Continuité de la fabrication combinée avec un système d'agitation appropriée à la matière ; 2° maintien de la pulpe dans un espace limité afin de l'empêcher de surnager et de se soustraire à la lixiviation ; 3° homogénéité maintenue dans la consistance de la masse composée par le mélange de liquide et de pulpe ; 4° filtration rendue toujours égale et facile par le nettoyage continu et mécanique du fond inférieur qui

6.

échappe ainsi à toute obstruction ; 5° rapport établi et maintenu entre la quantité de pulpe travaillée et la quantité d'eau employée ; 6° emploi exclusif de l'eau froide.

Le procédé de lixiviation de M. Schützenbach pouvant fournir des moûts très purs pour la distillation, nous entrerons dans quelques détails sur ce procédé. tel qu'il a été observé, par M. F. Oberndorfer, dans la fabrique de MM. Wrede et Klamroth, à Halberstadt, détails que nous empruntons au *Technologiste* (avril 1854).

« L'appareil proprement dit de M. Schützenbach, ou la batterie, consiste en douze cuviers disposés les uns à la suite des autres et en gradins, dont huit sont constamment en activité et les quatre autres vides pour être nettoyés et préparés.

» Chacun de ces cuviers a son fond placé à 12 ou 13 centimètres plus bas que celui qui le précède, de façon que le dernier a le fond à 1^{m}.50 environ plus bas que le premier ou le plus élevé.

» Ces cuviers laveurs consistent en des cylindres en tôle ouverts par le haut, de 1 mètre environ de diamètre et 75 centimètres de hauteur.

» Ils sont mis en communication entre eux par des tubes qui partent du fond de l'un d'eux, remontent presque jusqu'au bord supérieur du suivant et qui sont munis de soupapes ou de robinets.

» Pour s'opposer à ce que la fibre végétale ne soit entraînée avec le jus qui s'écoule, on pose immédiatement au-dessus du fond des cuviers un tamis en toile mécanique qui permet l'écoulement du jus et retient les fibres.

» Néanmoins la pulpe finirait par obstruer la maille du tamis et par s'opposer à l'écoulement du jus, mais

des brasses en paille de riz qui ont un mouvement continu de rotation nettoient constamment la toile métallique de la pulpe qui peut s'y engager.

» L'extraction complète du jus de la pulpe n'est possible que par le contact aussi parfait que possible de celle-ci avec le liquide de lavage, il faut donc que les brosses dans les cuviers soient maintenues dans un état constant de mouvement, ce qui a lieu au moyen d'un appareil simple de communication.

» On verse l'eau de lévigation par le haut au moyen d'un tube qui court tout le long de la batterie et qui, au-dessus de chaque cuvier laveur, est pourvu d'un robinet.

» Toutefois, pour que l'eau froide qui arrive dans le cuvier de tête ou pour que le jus qui remonte dans les cuviers disposés plus bas se distribue aussi également qu'il est possible sur toute la surface et arrive sur la pulpe sous forme de pluie, on a placé sur chaque vase un crible en tôle sur lequel se meut encore un système de brosses de riz. Les brosses servent non seulement à établir une distribution uniforme du liquide sur la surface des cribles, mais s'opposent aussi à ce que les trous s'obstruent.

» Ces brosses, ainsi que celles qui servent au fond à agiter la pulpe, sont fixées sur un arbre vertical tournant établi au milieu de chaque cuvier, qu'un moteur met en état de rotation au moyen de roues d'angle à raison de 12 à 17 tours par minute.

» Un embrayage sert à suspendre le mouvement, ce qui doit avoir lieu au terme du lavage ou de l'épuisement de la pulpe contenue dans une série de cuviers, afin de pouvoir les nettoyer.

» Le travail dans ce procédé est continu, ainsi qu'il est facile de le constater en considérant une opération.

» Supposons la batterie en activité : les cuviers laveurs n° 5 à 12 sont remplis de pulpe, l'eau s'écoule déjà du n° 5, et au bout de 4 à 5 minutes, elle a remonté dans le n° 6, elle passe de la même manière et au bout du même temps dans le n° 7, et ainsi de suite jusqu'au n° 12 où, au bout de 5 minutes, on peut évacuer le jus étendu d'eau dans un réservoir disposé à cet effet On l'extrait ensuite de ce réservoir pour lui faire subir un travail ultérieur.

» Le cuvier n° 4, ainsi que ceux nos 3, 2 et 1, sont vidés pendant ce temps et disposés pour recevoir de nouvelle pulpe. Avec l'introduction de celle-ci et la mise en activité de ces cuviers, ceux nos 5 à 7 sont à leur tour vidés, nettoyés et remplis de pulpe fraîche, et après ceux-ci les quatre derniers, et ainsi de suite sans interruption.

» Il y a toujours 8 cuviers lévigateurs en activité dans la batterie, et on met en communication le 12e avec le premier au moyen d'une pompe à élever les jus. L'expérience a appris que 8 vases suffisent pour l'épuisement de la pulpe et que les 4 autres peuvent servir aux préparations.

» Le jus qui remonte en passant par chaque cuvier se charge successivement de sucre, ainsi que le démontre le tableau suivant d'une première expérience :

» Un échantillon de jus des cuviers laveurs :

N° 5	a indiqué	0°40 Baumé.
6	—	0.90
7	—	1.00
8	—	1.30
9	—	1.70
10	—	4.90
11	—	5.50
12	—	6.40

» Dans une autre expérience :

Jus du N°	1	a indiqué	0°9 Baumé.
	2	—	1.1
	3	—	1.2
	4	—	2.0
	5	—	2.2
	6	—	3.3
	7	—	4.0
	8	—	5.0

» Le jus coule avec une richesse moyenne de 6° 5 Baumé du dernier vase.

» Un laveur contient environ 3 quintaux de Prusse (1.40 quintal métrique) de pulpe, dont il reste après l'extraction à peu près 5 pour 100 de fibres ou tissu dans lesquelles l'eau doit remplacer le jus, si l'on opère avec le soin convenable.

» Comme le jus pur de betterave marque 8° 57 Baumé, ce jus se trouve étendu d'environ 25 pour 100 d'eau.

» Les pulpes épuisées sont transportées des cuviers laveurs dans un local adjacent où sont disposées les presses ; là, on les met dans des toiles pour les soumettre à la pression, afin de les rendre propres à la nourriture du bétail, et pouvoir les conserver plus aisément. Le travail des presses marche rapidement, et trois presses suffisent pour assécher la pulpe épuisée de 370 quintaux métriques de betteraves.

» Chaque operation donne de 21 à 24 tourteaux. La mise en toile, le pressage et l'enlèvement des tourteaux dure de 12 à 15 minutes.

» L'eau qui s'écoule des presses contient 0.16 pour 100 de sucre et a une densité de 1,002. Les tourteaux de la presse renferment de 69 à 72 pour 100 d'eau.

» En résidus liquides, on obtient en moyenne 25 du poids des betteraves.

» Il reste dans les pulpes une quantité à peine appréciable de sucre, mais qui suffit pour y déterminer une légère fermentation alcoolique et les rendre ainsi plus propres à la nourriture du bétail. »

On comprend aisément qu'au lieu d'eau pure que M. Schützenbach propose de verser dans le cuvier de tête, on peut très bien y verser les vinasses suivant le procédé de M. Champonnois, en combinant ainsi d'une manière avantageuse les deux systèmes entre eux.

Procédé par cuisson de M. Rivet.

M. Rivet pense que la cuisson de la betterave est une opération indispensable dans la fabrication de l'alcool, et qu'elle permet d'obtenir un produit bon goût.

Sous l'effet de cette cuisson, la betterave éprouve une modification remarquable ; l'action de la chaleur neutralise l'effet des principes colorants qu'elle contient, en coagulant l'albumine et opérant déjà une sorte de clarification ; la pulpe reste blanche, et le jus qui en provient est plus pur et ne se colore pas à l'air. En conséquence, M. Rivet propose d'opérer ainsi qu'il suit :

Cuisson de la betterave. — Dans des chaudières en tôle ou en fonte, on introduit les betteraves préalablement lavées.

On comprend que si les racines étaient coupées par morceaux, l'eau qui sert à la cuisson entraînerait une portion notable de la matière sucrée qu'elles contiennent. Il convient de placer les betteraves dans des sacs en toile claire ou dans des filets, qu'on enlève au

moyen d'un treuil disposé au-dessus de la chaudière.

On remplit d'eau les chaudières, de manière que les racines en soient couvertes, puis, après les avoir recouvertes, on chauffe, soit au moyen d'un foyer, si les chaudières sont simples, soit par la vapeur si elles sont à double fond.

Il semblerait plus simple de faire cuire la betterave en faisant arriver directement sur ces racines la vapeur du générateur, comme cela se pratique dans quelques exploitations agricoles pour la cuisson des légumes destinés à la nourriture des bestiaux ; ce mode permettant, en effet, de faire cuire à la fois une grande quantité de betteraves dans de vastes récipients en tôle ou même en bois ; mais il a été reconnu qu'il donnait des résultats moins satisfaisants que lorsque la cuisson s'opérait dans l'eau bouillante, surtout lorsque les betteraves ont éprouvé quelques altérations.

Extraction de l'alcool. — Par la cuisson des betteraves, on peut obtenir de l'alcool bon goût, sans qu'il soit nécessaire de faire aucune rectification.

Les betteraves ayant été soumises à la cuisson, comme il a été dit, sont râpées et pressées, et le jus qui en provient est directement conduit dans les cuves à fermentation dans l'état où il se trouve à la sortie des presses, c'est à dire sans défécation ni filtration. On ajoute à 1000 kilogrammes de jus, environ 2 kilogrammes et demi à 3 kilogrammes de levure de bière préalablement délayée dans un peu d'eau tiède.

Lorsque l'alcoolisation est terminée, ce qu'on reconnaît quand il ne se dégage plus de bulles d'acide carbonique, on procède à la distillation au moyen des appareils ordinaires.

La levure de bière nécessaire pour la première fer-

mentation, au commencement d'une campagne, peut être remplacée, dans les opérations suivantes, par une partie du ferment qui se dépose au fond des cuves. Il est à remarquer, en effet, que chaque opération donne naissance à un nouveau ferment qui se produit en quantité de beaucoup supérieure à la quantité de levure employée, et qui, jouissant des mêmes propriétés que la levure de bière elle-même, peut être employé pour les opérations suivantes dans les proportions indiquées ci-dessus, c'est à dire à raison de 2 kilogrammes et demi à 3 kilogrammes par 1000 litres de jus.

Procédé de M. Lacambre.

Après avoir bien nettoyé les betteraves, on les râpe et on les coupe en petits morceaux, pour en extraire le jus par pression ou par macération.

Dans le premier cas, on verse sur la râpe un filet d'eau renfermant 4 à 6 millièmes de tannin en dissolution.

Dans le second cas, on opère la macération de la betterave dans de l'eau renfermant 2 à 3 millièmes de tannin.

Dans l'un et l'autre cas, le jus obtenu est d'abord amené à la température de 20 à 24 degrés Réaumur, au moyen de la vapeur ou d'un peu de vinasse qu'on y verse toute bouillante, puis on y ajoute 20 à 30 grammes de sulfate de fer, de zinc, ou de manganèse par hectolitre de jus, et, immédiatement après avoir opéré le mélange du sel métallique dans le jus, on y verse une certaine quantité de moût de grain en pleine fermentation, quantité qui peut varier à l'infini ; on peut même se contenter d'employer une forte dose de levure ; mais, tant pour augmenter le rendement en

alcool que pour économiser la levure, dont on peut entièrement se passer quand on est en plein roulement, il est préférable de mettre le jus en fermentation au moyen de 8 à 10 litres de moût de grain en fermentation par hectolitre de jus à faire fermenter, et je réclame aussi le privilège pour ce mode de mise en fermentation du jus de betteraves combiné avec l'emploi du tannin et de l'un quelconque des trois sels ci-dessus mentionnés.

En résumé, le procédé a pour objet :

1° L'emploi et le mode d'emploi du tannin et de l'un quelconque des sels métalliques ci-dessus mentionnés ;

2° Le mode de mise en fermentation décrit et combiné avec l'emploi du tannin et de l'un des sulfates susmentionnés.

L'emploi et le mode d'emploi du tannin et de l'un quelconque des sulfates ci-dessus mentionnés, a pour objet et pour résultat de prévenir toute altération du jus, et particulièrement une espèce de fermentation visqueuse qui se développe naturellement dans le jus de betterave, et nuit considérablement à la production de l'alcool.

Quant au mode de mise en fermentation au moyen d'une certaine quantité de moût de grain, préalablement macéré et en pleine fermentation alcoolique, il a pour but de la rendre plus prompte et plus complète.

Procédé de MM. Collette.

MM. Collette, de Paris, se sont fait breveter en 1869 pour un nouveau procédé d'extraction du jus de la betterave, applicable tant à la sucrerie qu'à la distillation. Leur but a été d'économiser le travail manuel pour le râpage, de supprimer les claies, les sacs en

laine ou autres appareils dispendieux et qui souvent altèrent les jus, en même temps d'augmenter le rendement en sucre ou en alcool et de donner plus de rapidité aux opérations.

Un autre avantage de leur procédé, c'est que la pulpe qu'on obtient est semblable à celle qu'on extrait des presses hydrauliques, mais n'a pas le défaut de contenir des matières terreuses étrangères dues à des lavages imparfaits des racines.

Une description sommaire des opérations donnera une idée suffisante du procédé de MM. Collette où tout se fait mécaniquement.

Les racines passent d'abord à travers un laveur qui les jette sur un plan incliné qui les conduit à une râpe. En sortant de cette râpe, la pulpe est enlevée par une pompe qui la dépose sur une presse où elle est soumise à une première pression. Le jus qu'on extrait ainsi dans la proportion de 70 à 75 pour 100 est envoyé à la sucrerie. Ainsi pressée, cette pulpe tombe dans un laveur ou délayeur où elle est étendue d'eau chaude ou mieux de vinasse chaude sortant de l'appareil de distillation, et cette pulpe délayée est remontée par une pompe qui la livre à une seconde presse d'où elle tombe à l'état parfaitement sec dans des vagons, après avoir passé à travers un crible mécanique. Le jus produit par le lavage est amené par un tuyau sur la râpe, ce qui obvie à la nécessité d'employer de l'eau. Dans les fabriques où l'on extrait à la fois du sucre et de l'alcool, le jus de la première pression sert à faire du sucre, et celui de délayage de la pulpe à fabriquer de l'alcool.

La presse de MM. Collette se compose de deux cylindres creux perméables, couverts de plaques métalliques percées de trous d'un plus fort diamètre à

l'extérieur pour permettre au jus de s'en écouler plus facilement. Les plaques remplacent les toiles métalliques qu'on emploie fréquemment ; l'un de ces cylindres tourne sur des appuis immobiles, mais l'autre peut recevoir sur ses appuis un mouvement de translation dans le sens de son axe, afin de permettre le passage de morceaux de betteraves ou de matières dures que la pulpe pourrait contenir. L'un d'eux est renfermé dans une boîte, et des leviers servent à régler le degré de la pression. Au-dessus de l'autre, est un cylindre lisse qui a pour objet de presser la pulpe une seconde fois et d'achever son épuisement à mesure qu'elle sort des cylindres perméables. On peut au besoin employer plusieurs cylindres lisses avec des dispositions faciles à imaginer.

La liqueur qui sort de la presse entraînant plus ou moins de pulpe suivant les dimensions des trous dans les cylindres perforés,est complètement raffinée en la passant à travers un ou plusieurs cribles en cuivre percés de trous de finesse différente qui ressemblent aux sasseurs des moulins à farine. Ainsi purifiée, cette liqueur est envoyée soit aux ateliers de la sucrerie, soit à ceux de la distillerie.

XI. — Les betteraves de distillerie.

Il n'y a que fort peu de différence à établir entre les variétés de betteraves de sucrerie et celles de distillerie ; en effet, une betterave riche en sucre conviendra aussi bien à l'alcoolisation qu'à l'extraction du sucre, puisque c'est le sucre qui produit l'alcool. Mais en raison du régime fiscal différent appliqué aux deux industries du sucre et de l'alcool, on a plutôt avantage à choisir pour la distillerie des variétés un peu moins

riches en sucre, mais donnant un rendement plus considérable en poids. Lorsque nous avons établi le prix de revient d'un hectolitre d'alcool de betteraves par la méthode Champonnois, nous avons démontré ce fait avec chiffres à l'appui. Par la même occasion, nous avons également fait ressortir alors les deux cas différents de la distillation agricole, traitant une faible quantité de betteraves par jour, et celui de la distillation industrielle qui, au contraire, traite de grandes quantités de racines.

D'une manière générale, ce sont les betteraves à sucre, dont le jus marque 6 ou 6.5 de densité et au-dessous, qui sont les plus généralement cultivées pour les besoins de la distillerie ; il en est une notamment qui est très appréciée pour cet usage dans le nord de la France, c'est la betterave dite *Brabant*; les autres variétés les plus recommandables sont : la *Betterave blanche de Silésie*, l'*Impériale* et l'*Electorale*. Nous ne parlerons pas ici de la culture de la betterave de distillerie, elle est la même que celle de la betterave de sucrerie, et nous renverrons au *Manuel pratique de la fabrication du sucre*, pour tout ce qui a rapport à cette question, mais nous croyons utile de rapporter ici quelques conseils pratiques en ce qui concerne les qualités que doivent réunir les betteraves de distillerie, nous les emprunterons en grande partie à MM. J. Fritsch et E. Guillemin.

Le distillateur doit apporter une grande attention au choix de la variété à adopter, il se guidera soit sur la connaissance de son terrain de culture, pour n'y introduire que des espèces appropriées à ce terrain, soit sur des essais préliminaires de variétés différentes cultivées sur des parcelles voisines, de façon à obtenir avec le moins de frais possible, l'espèce lui fournissant

le maximum de l'élément en vue duquel il dirige sa culture. Il est clair que plus la betterave renfermera de sucre, plus elle fournira d'alcool, et que le rendement alcoolique diminuera avec la teneur saccharine de la betterave. Avant de se prononcer définitivement pour telle ou telle race, il faut cependant examiner les conditions économiques et fiscales dans lesquelles on se trouve. Ces dernières peuvent quelquefois obliger le distillateur à se désintéresser partiellement de la richesse saccharine de la betterave ; l'expérience montre que les jus peu riches en sucre fermentent plus facilement, par la raison qu'ils renferment une plus grande proportion de non-sucre, et par suite, des aliments plus riches pour la levure.

Au point de vue industriel, il faut en général choisir les espèces qui donnent les rendements en sucre les plus élevés par unité de surface emblavée ; au point de vue agricole, il faut donner la préférence à celles qui donnent de grands rendements en poids et laissent beaucoup de pulpes pour l'alimentation du bétail.

Le distillateur peut, sans préjudice pour la marche économique de la fabrique, envisager avant tout le rendement en poids par hectare. Il a, de plus, l'avantage de pouvoir choisir la variété de betteraves qui est la plus apte à concilier ses exigences comme industriel et comme cultivateur.

Comme guide dans le choix de la variété à adopter, il faut tenir compte des faits suivants :

On sait que le rendement en poids suit une progression inverse de celle de la richesse saccharine de la betterave ; le distillateur recherchera donc, non les espèces riches en sucre, ou celles à grands rendements en poids par hectare, mais les variétés réunissant autant que possible ces deux conditions. La valeur cul-

turale de la betterave ne peut être établie que par un calcul différentiel entre le bénéfice du cultivateur et celui du distillateur.

Si nous complètons ce raisonnement par un exemple numérique :

Kilos par hectare.		Sucre °/o	Kilos de sucre par hectare.
Récolte	18.000	16 dans la betterave	2.880
—	25.000	14 —	3.500
—	30.000	12 —	3.600
—	40.000	10 —	4.000

On voit clairement l'avantage financier que présente la culture de la betterave de distillerie pour le cultivateur et le distillateur ; d'autre part, en l'état actuel de la sélection des betteraves et des progrès généraux de la culture, on arrive à récolter de 30.000 à 45.000 kilos de betteraves à l'hectare, d'une richesse saccharine de 14 0/0, ce qui fait 4.200 à 6.300 kilogr. de sucre par hectare. La distillerie agricole de betteraves réunit donc toutes les conditions voulues pour obtenir les rendements les plus avantageux au point de vue de la culture et de la fabrication.

XII. — Alcoolisation de la carotte, des rutabagas, navets, raves.

Les carottes, rutabagas, navets, raves, ont une composition chimique très voisine de celle de la betterave, ainsi que le montrent les résultats analytiques suivants :

Carottes.

	Rouge longue	Rouge pâle de Flandre	Blanche à collet vert
Eau............	85.07	86.22	87.15
Matières sèches.	14.93	13.78	12.85
	100.00	100.00	100.00

La matière sèche contient :

Parties solubles dans l'eau.......	9.79	8.76	8.41
— — dans la soude...	1.32	1.18	0.90
— — dans l'acide chlorhydrique......................	3.11	3.11	2.82
Cellulose.......................	0.71	0.73	0.72
	14.93	13.78	12.85

A cela il faut ajouter environ 1 p. 100 de sels minéraux, de potasse, de chaux et de soude, et une quantité de sucre cristallisable variant entre 9 et 12 p. 100.

Navets et raves.

Les navets renferment, en moyenne :

Eau............................	93.26
Matières sèches................	6.75

Quant aux raves, qui en définitive sont de véritables navets, elles renferment en moyenne, suivant Einhoff :

Matières sucrées................	4.80
Cellulose........................	2.80
Albumine.........................	0.50
Eau..............................	91.70
Perte............................	0.20
	100.00

Rutabagas.

Le rutabaga contient en moyenne :

Eau	90.91
Matières sèches	9.09
	100.00

La matière sèche renferme de 1 à 1.12 d'azote.

Au point de vue du rendement en alcool et de la richesse nutritive des pulpes, la distillation de la carotte est bien préférable à celle de la betterave. La carotte est réellement, avec le topinambour, dont il sera question plus loin, la source agricole de l'alcool, car l'eau-de-vie rectifiée qu'elle procure est aussi bonne que celle du vin. D'après les essais que nous avons tentés, fait observer M. Ch. Vigneron, du Comice agricole de Lunéville, la carotte nous a fourni 9 litres 65 d'eau-de-vie à 50° centésimaux pour 100 kilos. Plusieurs chimistes ont prétendu que le rendement doit être plus élevé. C'est possible. Nous ne voulons pas discuter leurs chiffres ; nous nous bornons simplement à constater ce que nous avons obtenu. Peut-être que la grosse carotte rouge, sur laquelle nous avons opéré, était moins riche en sucre que celles dont ces chimistes se sont servis.

Un hectare d'une terre bien préparée par les labours, les fumures et une main d'œuvre intelligente, peut rapporter en carottes, autant que si on lui faisait produire des betteraves. D'abord la carotte, pouvant et devant être semée en lignes, ne demande que d'être éclaircie, et n'exige qu'un sarclage et un binage, tandis que la betterave exige une main d'œuvre beaucoup plus coûteuse. Ensuite les pulpes des carottes dont la quantité en poids peut égaler celle des betteraves,

sont beaucoup plus nutritives et plus recherchées du bétail que ces dernières. Dans la betterave, en effet, on trouve généralement, nous ne parlons que des bonnes variétés à sucre, 83 parties d'eau, sur 100 k. de racines. Il reste donc 17 parties de ce que nous appellerons extrait sec. Dans la carotte, au contraire, il y a, au plus haut chiffre, 79 parties d'eau, sur 100 kilos. L'extrait sec comporte alors 21 parties.

Donc 100 kgr. de carottes valent pour le bétail 123 kgr. de betteraves, car la valeur nutritive d'une racine ne se mesure que par la quantité d'extrait sec. Supposons que 100 kgr. de betteraves donnent 80 parties d'eau ; que 100 autres kilos en donnent 90. Qu'arrivera-t-il ? Que les premières betteraves renfermeront le double d'extrait sec des secondes. Alors il faudra 200 kilogr. de ces dernières pour remplacer 100 kilos des autres.

D'où il résulte que, dans la supposition où l'hectare de carottes ne produirait que 35.000 k. de racines, ces racines équivaudraient à 41.900 kgr. de betteraves.

Mais, d'autre part, dans l'extrait sec de la carotte, s'il y a un peu moins de sucre cristallisable que dans la betterave, la pectose, la pectosine et autres matières nutritives sont en plus grande quantité. Les pulpes sont donc plus riches, et nous disons qu'au point de vue de la culture, de l'alcoolisation, de la nourriture du bétail, les carottes doivent être préférées à la betterave.

Le traitement de la carotte est le même que celui de la betterave. Cependant, comme dans cette racine il se trouve de la fécule, on aura toujours soin de traiter par la macération à chaud les pulpes provenant du râpage. Mais, comme elles offrent une tendance bien marquée aux dégénérescences lactiques, à cause de

leur richesse en matières pectosiques, il faudra avoir soin d'aciduler leur jus, et prendre les précautions dont il a été parlé au sujet de la betterave. Nous ajouterons que l'on peut très bien soumettre la pulpe râpée à la cuisson, en la mélangeant avec 2 ou 3 °/° de malt, afin de saccharifier la fécule et de débarrasser le jus des matières albuminoïdes qui seraient en excès. Ensuite, on a recours à la pression ou à la macération ; puis, on fait fermenter en ajoutant par 100 kilos une infusion de 500 grammes de tan.

Enfin, il ne faudra pas se hâter d'arrêter la fermentation du jus de carottes, car elle est plus longue que celle du jus de betteraves, et on agira convenablement, en ajoutant au moût une dissolution de 8 à 10 grammes de tartre par hectolitre. Quand la fermentation sera finie, on mettra le vin de carotte dans des tonneaux, où il travaillera pendant quelques jours, avant d'être envoyé dans la colonne distillatoire, afin de changer complètement en alcool le sucre qui serait encore à transformer.

Cependant, les distilleries de carottes, malgré tous ces avantages, sont fort peu répandues, cela provient surtout de la difficulté qu'on éprouve à cultiver cette racine sur de grandes étendues. La culture de la carotte est d'ailleurs très aléatoire. L'avenir de cette distillation est donc intimement lié à un progrés cultural sensible dans la culture de la carotte.

Arrivons maintenant aux rutabagas, navets et raves.

Le rutabaga, et surtout le rutabaga Champion, n'est pas assez pris en considération par le cultivateur. Et pourtant, comme le fait si judicieusement remarquer M. Vigneron, il pourrait, en le cultivant, retirer de plus grands bénéfices qu'en cultivant la betterave.

Tous ceux, en effet, qui ont donné leurs soins à la culture du rutabaga Champion, sont obligés d'admettre que, de toutes les racines, c'est celle qui a le plus de richesse en viande végétale. Il fait notablement augmenter le lait des vaches, donne à ce lait des principes butyreux plus accentués et, sans parler des feuilles qui peuvent constituer un aliment sain pour le bétail dès le mois de septembre, fournit un alcool dont la qualité et la quantité ne sont pas à dédaigner. La culture du rutabaga ne diffère pas de celle de la betterave, son rendement en poids, par hectare, peut même dépasser celui de cette racine, si on lui donne un sol un peu humide, riche d'engrais, et des soins convenables. Le rutabaga Champion, dont la chair est très sucrée, nous a fourni 7 litres d'eau-de-vie à 50°. Le rendement par hectare peut donc être évalué en alcool à 90°, à 16 hectolitres, et, en argent, à 640 francs, supposition faite que l'hectolitre ne soit vendu que 40 francs. Or, en admettant que cette somme couvre tous les frais nécessités par la culture des rutabagas, il reste au cultivateur, pour bénéfice net, les pulpes de 40.000 kilos, avec lesquels il pourra engraisser promptement son bétail, car il est reconnu que le rutabaga Champion renferme quasi le double de viande végétale que la betterave la plus nutritive.

On peut convertir en alcool les rutabagas, les navets etc., à l'aide des moyens qui ont été indiqués pour les betteraves, c'est-à-dire par le râpage et la pression, ou par la macération à chaud ou à froid. Par la pression des púlpes, on peut avoir un alcool de bonne qualité, mais aussi on retire des pulpes moins convenables à l'alimentation du bétail. Cependant, comme le moût du rutabaga peut facilement tourner à la putridité, en passant par les dégénérescences lactiques et butyri-

ques, à cause de sa richesse en viande végétale, que son odeur devient fétide dès qu'il est au contact de l'air, il faut traiter cette racine de la même manière que la carotte, c'est-à-dire par la cuisson, et ensuite extraire le liquide par l'action de l'eau qui renferme du tan en dissolution. Si l'on ne veut opérer que par les jus provenant du râpage et de la pression, il faut avoir recours tout de suite à l'acide sulfurique, dans la proportion de 2 kgr. par 1.000 kgr. de racines, afin d'activer énergiquement la fermentation vineuse et d'empêcher les fermentations visqueuses de se produire.

On agira de même pour alcooliser les navets et les raves.

CHAPITRE II

ALCOOLISATION DE LA POMME DE TERRE

Sommaire. — I. Considérations générales. — II. Composition de la pomme de terre. — III. Choix des variétés de la pomme de terre. — IV. Disposition d'une distillerie de pommes de terre. — V. — Opérations préliminaires. — VI. Fermentation. — VII. Appareil de démêlage. — VIII. Réfrigération. — IX. Observations sur la cuverie. — X. Résidus de l'alcoolisation de la pomme de terre. — XI. Importance de la pomme de terre au point de vue de la distillerie agricole.

I. — Considérations générales.

La distillation des pommes de terre en nature, sans séparation préalable de la fécule, depuis longtemps en usage dans le Nord de l'Allemagne, était encore peu répandue en France au moment où a paru la dernière édition de ce Manuel, malgré les avantages qu'elle procure ; et dans les localités où elle était en usage, les opérations en étaient dirigées avec trop peu de discernement et les appareils employés étaient trop imparfaits pour qu'on en puisse tirer tout le parti désirable. Il faut cependant en excepter quelques grands établissements qui sont arrivés à tirer de la pomme de terre des produits qui laissent peu à désirer tant sous le rapport de la qualité que du rendement ; mais il s'en faut de beaucoup que les petites distilleries, établies dans les fermes, aient le même degré de perfectionne-

ment; les produits n'atteignent pas le plus souvent moitié ou les deux tiers de ce qu'ils devraient être, et toujours ils sont de la qualité la plus inférieure. Aussi, tandis que les premiers sont recherchés aux prix les plus élevés par le commerce, ces derniers ne trouvent d'acheteurs que très difficilement et dans un rayon peu étendu.

Nous ne parlerons pas ici des réformes à apporter dans les appareils distillatoires, quoique dans ces dernières années cette partie ait été notablement perfectionnée. Un petit cultivateur distillant seulement pour nourrir son bétail pendant l'hiver, trouverait peu d'avantage à se servir d'un appareil plus parfait que celui qu'il possède ; c'est dans les appareils qui servent à la préparation des macérations qu'il y a de notables perfectionnements à apporter. Néanmoins, les appareils distillatoires devront être chauffés à la vapeur, quel que soit le système employé ; sans cette précaution il est bien difficile, pour ne pas dire impossible, d'obtenir des produits de quelque valeur. J'engagerai toujours un cultivateur qni voudra acheter un appareil de distillation à choisir le plus simple, pour plusieurs raisons : 1° il est plus facile d'en apprendre le maniement aux gens de la ferme qui doivent le faire fonctionner pendant l'hiver ; 2° un appareil simple est toujours moins coûteux qu'un plus compliqué ; 3° enfin il est moins sujet à se déranger et plus facile à réparer.

Les avantages que procure une distillerie dans une exploitation agricole bien tenue sont immenses ; elle permet de cultiver une plus grande quantité de pommes de terre dont on a l'emploi assuré ; elle fournit au bétail, pendant l'hiver, une excellente nourriture, qui ne coûte rien et permet de se livrer à

l'engraissement avec avantage ; enfin, elle fournit du travail aux employés de la ferme pendant une saison qui est à peu près ordinairement perdue. Dans les années de disette de fourrage on se trouve toujours avoir une ample provision de nourriture.

Pour montrer que l'industrie de la distillation des pommes de terre est sensiblement en progrès, nous donnerons simplement le tableau suivant qui indique les quantités de pommes de terre livrées à la distillerie pendant ces dernières campagnes.

1884-85	1885-86	1886-87	1887-88
K. 921.409	K. 2.749.461	K. 2.770.426	K. 1.634.213

Ce ne sont là que des produits indigènes, car, contrairement à ce qui se passe pour la distillerie des grains, où la distillerie française opère surtout sur des produits exotiques, l'importation des pommes de terre, tout au moins en vue de l'alcoolisation, est tout à fait négligeable.

Pour rendre ces chiffres plus saisissants, nous croyons utile de reproduire ici le tableau de la production totale des pommes de terre en France pendant ces dernières années, on verra ainsi quelle est la part prise par la distillerie ; nous y joignons la superficie cultivée et la moyenne du rendement par hectare.

ANNÉES	SUPERFICIE en hectares	PRODUCTION	
		MOYENNE par hectare en quintaux	TOTALE en quintaux
1880	1.303.464	74.41	96.997.105
1881	1.353.387	68.95	93.315.453
1882	1.344.555	63.60	85.525.870
1883	1.389.389	73.93	101.337.857
1884	1.415.852	73.81	104.516.427
1885	1.437.263	78.24	112.458.541
1886	1.463.251	77.14	112.877.643
1887	1.487.663	78.68	117.056.599
1888	1.445.933	71.55	103.450.988
1889	1.454.794	73.55	106.998.419
Moyennes	1.409.556	73.40	103.463.490

Comme on le voit, la distillation des pommes de terre suit une marche progressive à peu près correspondante à la production totale de ces tubercules en France.

II. — Composition de la pomme de terre.

La pomme de terre se compose de fécule, de tissus végétaux, de différents principes, parmi lesquels se trouvent l'albumine végétale et l'eau. La partie utile dans les arts et dans la distillation en particulier est la fécule ; l'albumine contribue à la nutrition des animaux, auxquels on donne soit la pomme de terre en

nature, soit les résidus de distillerie. Ici, c'est donc la f·cule qui devra nous intéresser. Avant d'arriver à l'alambic pour subir la distillation, elle a dû passer par deux transformations ; la première s'obtient au moyen de l'orge germée qui renferme un principe, la diastase, qui a la propriété de dissoudre la fécule et de la transformer en un sucre incristallisable de la nature du sucre de raisin. L'opération qui a pour but d'obtenir ce premier résultat prend le nom de macération. La seconde transformation s'obtient au moyen de la levure de bière, qui, dans certaines conditions de température, transforme le sucre en alcool et en acide carbonique qui se dégage, et forme ces bulles que l'on voit arriver à la surface de tout liquide en fermentation. Cette seconde transformation constitue la fermentation. De la bonne conduite de ces deux opérations dépend le rendement en alcool que l'on obtiendra d'une même quantité de pommes de terre. La qualité de ces mêmes produits dépend à la fois de la conduite de ces deux opérations, des soins de propreté, de la pureté et de la qualité des matières employées, enfin des soins et des procédés de distillation.

Voici d'ailleurs, d'après M. Payen, la composition immédiate de la pomme de terre (des bonnes variétés).

Eau		74.00
Fécule		20.00
Epiderme, cellulose, pectose, pectine, substance colorable en brun		1.65
Albumine, asparagine et autres matières azotées	2.12	4.35
Matières grasses	0.11	
Sucre, résine, huile essentielle et solanine	1.06	
Citrate de potasse, phosphate de potasse, de chaux, de magnésie, silice, oxyde de fer et de manganèse.	1.06	
		100.00

Il va sans dire, que comme ici c'est la fécule qui doit donner naissance à l'alcool, une pomme de terre sera d'autant meilleure pour la distillerie qu'elle sera plus riche en fécule.

III. — Choix des variétés de pommes de terre.

On a jusqu'à présent, même dans les grandes fabriques, attaché trop peu d'importance au choix des pommes de terre que l'on se propose de distiller. Dans un sillon planté de pommes de terre, on en trouve souvent un grand nombre de variétés mêlées ensemble, et l'on peut dire, presque à coup sûr, que parmi celles cultivées dans une localité, on ne trouvera pas la variété la plus convenable au sol et à l'industrie du pays. Ce qui intéresse le plus dans la fabrication de l'eau-de-vie, c'est la quantité de fécule que repré-

sentera la récolte de telle ou telle espèce de pommes de terre sur un hectare. On devra toujours préférer l'espèce qui rendra le plus de fécule. Supposons que nous ayons trois espèces de pommes de terre, rendant en moyenne, par hectare, la première 270 quintaux, la deuxième 240 quintaux, et la troisième 200 quintaux. Admettons que la première espèce renferme 14 pour 100 de fécule, soit 38 quintaux par hectare; la deuxième espèce 18 pour 100, soit 43 quintaux de fécule par hectare; la troisième 20 pour 100, soit 40 quintaux de fécule par hectare. On voit de suite que la culture de la deuxième espèce, qui, en définitive, produit une plus grande masse de fécule sur une surface donnée, devra être préférée. Il n'en serait pas de même pour le distillateur qui achèterait des pommes de terre; il devra ne voir que la richesse absolue en fécule, et dans le cas qui nous occupe, il préférera, à égalité de prix, la troisième espèce. En effet, s'il paie les pommes de terre 3 fr. le quintal, en achetant un quintal de chaque espèce, il aura, pour la première espèce 14 kilog. de fécule; pour la deuxième, 18 kilog. et pour la troisième 20 kilog, Il devra donc baser les prix d'achat sur la quantité de fécule que renferment les pommes de terre qu'on vient lui offrir. Les pommes de terre très aqueuses, celles qui sont arrivées à une maturité incomplète, celles qui se gâtent, ne doivent être achetées que faute d'autres. En effet, leur rendement non seulement est inférieur à celui des autres, mais bien plus, il n'est pas même proportionnel à leur richesse en fécule. Deux causes concourent à produire cet effet : la première provient de l'albumine végétale qui se trouve en plus forte proportion relativement à la fécule, et qui, se transformant en levure pendant l'acte de la fermentation, détruit une certaine portion du

sucre, qui échappe ainsi à la transformation alcoolique; la deuxième cause tient à la difficulté que l'on éprouve à bien diviser ces pommes de terre qui, après la cuisson, forment une masse grasse, au lieu de présenter l'aspect farineux des pommes de terre riches en fécule. La fécule se trouve emprisonnée dans des grumeaux au milieu desquels l'orge germée ne peut pas agir ; une grande portion échappe ainsi à la transformation en sucre et passe intacte avec les résidus. Le travail de la macération en devient aussi beaucoup plus long, plus fatigant et moins parfait.

Une autre considération vient aussi influer sur le choix que l'on fait d'une espèce de pommes de terre : c'est la précocité. En effet, un des grands obstacles de la culture en grand de la pomme de terre, c'est la difficulté que l'on éprouve à la placer convenablement dans l'assolement ; elle précède ordinairement une céréale d'hiver, et l'on se trouve dans l'alternative, ou de l'arracher avant sa parfaite maturité, ou d'être en retard pour semer la céréale qui doit la suivre ; le seul remède à cet inconvénient serait de rechercher les espèces précoces assez productives pour figurer avec avantage dans la culture en grand. On ne saurait trop encourager les recherches dirigées vers ce but ; d'ailleurs, les espèces précoces sont en général les plus riches en fécule. Les cultivateurs devront s'attacher à rechercher pour planter les espèces qui réuniront au plus haut degré ces trois conditions d'une production abondante, de la richesse en fécule et de la précocité. Le distillateur qui ne planterait pas lui-même, mais qui se contenterait d'acheter, devra aussi s'attacher à répandre dans son voisinage les espèces qui réuniront ces qualités ; et lorsqu'on se sera arrêté à une espèce, on devra s'attacher à la maintenir pure et à ne planter

que des tubercules sains, bien formés et parvenus à leur grosseur. Chaque climat, chaque nature de terrain, chaque mode de culture exigera une espèce différente; ce n'est que par des essais répétés dans toutes les localités que l'on parviendra à déterminer les espèces qui conviennent à chacune d'elles. Telle espèce qui dans un pays sera classée au premier rang, perdra toutes ses qualités si l'on vient à la dépayser, et telle autre qui passera pour ne rien valoir, ira prospérer là où elle se trouvera dans d'autres circonstances. Mais le cultivateur qui se déterminera à des essais, reconnaîtra souvent que les pommes de terre cultivées dans la contrée qu'il habite ne sont pas celles qui conviennent le mieux: car presque toujours c'est au hasard que l'espèce dominante d'un canton doit d'y être cultivée, et il arrive bien rarement que des essais comparatifs aient été faits.

Dernièrement, M. Aimé Girard, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers, s'est livré à des recherches très minutieuses au sujet de la pomme de terre industrielle. Ces recherches ont surtout porté sur les variétés et les soins culturaux en vue de la plus grande proportion de fécule à produire à l'hectare.

M. Girard, à la suite de ces travaux, est arrivé à recommander tout spécialement une variété nouvelle dite *Richter's Imperator*.

Tandis que la moyenne générale des rendements pour les autres variétés ne dépasse pas, en France, 7.500 kgr. à l'hectare, que les rendements de 15.000 kgr. et 18.000 kgr. y sont regardés comme excellents, cette variété peut, cultivée dans de bonnes conditions, fournir 35.000 kgr. à 40.000 kgr. de tubercules riches à plus de 20 °/₀ de fécule *anhydre*.

La pomme de terre *Richter's Imperator* ou mieux

l'*Imperator*, est une variété allemande à tubercules gros, oblongs, légèrement aplatis, mais encore assez épais, de forme ovale, légèrement entaillés ; la peau est jaune pâle un peu saumoné ; la chair presque blanche et le germe violet. C'est une variété demi-tardive. Indépendamment de cette espèce, remarquable à tant de titres, nous recommanderons encore, en vue de la distillerie, la culture des variétés *Magnum Bonum*, *Red-Skinned*, *Gelbe-Rose*, qui donnent de 4 à 5.000 kgr. de fécule par hectare, tandis que la *Chardon*, qui il y a quelques années encore était préférée, ne donne guère que 3.000 kgr.

La variété *Magnum Bonum* est très productive, de moyenne saison, mûrissant vers la mi-septembre. C'est une pomme de terre jaune, longue, très vigoureuse, à tubercules oblongs, épais, quelquefois bosselés ; la chair est jaune pâle et le germe rose. Son plus grand mérite consiste dans sa grande résistance à la maladie.

La *Red-Skinned* est une pomme de terre farineuse rouge, sa chair est blanche, c'est la plus estimée parmi les Rouges rondes. Elle est très vigoureuse, relativement hâtive ; les tubercules sont gros ou très gros, arrondis, rarement déprimés, d'un rouge jaunâtre, le germe est rose.

Quant aux soins culturaux, ils consistent surtout à cultiver les pommes de terre dans un sol fertile, renfermant en quantité convenable des engrais appropriés ; on mettra, par exemple, une demi-fumure qui sera complétée avec

150 kgr. de nitrate de soude,
100 — de chlorure de potassium,
400 — de superphosphate,

par hectare.

Nous n'entrerons pas ici dans les détails mêmes de

la culture de la pomme de terre industrielle, et nous renverrons à ce sujet au *Manuel de l'Amidonnier*, où cette question se trouve traitée avec tous les développements voulus, ou au *Manuel complet de l'Agriculteur*.

Détermination de la richesse féculente des pommes de terre.

La fécule étant l'élément utile de la pomme de terre, c'est sa proportion que l'on devra constater pour comparer la valeur de celles que l'on aura à choisir. Le moyen le plus simple et qui dans la plupart des cas donne une approximation suffisante comme essai industriel, consiste à peser une certaine quantité de pommes de terre à essayer, après les avoir préalablement bien lavées et bien séchées dans un linge. Supposons qu'on en ait pesé 250 gram., on les coupe avec soin en tranches minces, on place ces tranches sur une assiette, et on les expose à la chaleur de l'eau bouillante pour les dessécher ; on les pèse de temps à autre et lorsque deux pesées consécutives faites à un intervalle d'un quart d'heure n'ont pas donné une différence sensible, on s'arrête. Le résidu se compose de la fécule et des autres parties solides de la pomme de terre, dont la quantité varie de 3 à 4 pour cent de la pomme de terre non desséchée.

Si l'on veut obtenir la fécule séparément, on opère autrement ; on pèse une certaine quantité de pommes de terre lavées et essuyées ; on les râpe dans une passoire en fer blanc ou sur un tamis fin, et on lave la pulpe jusqu'à ce que l'eau passe claire ; la fécule s'écoule avec l'eau à travers la passoire ou le tamis et se dépose au fond du vase dans lequel on l'a reçue ; lorsqu'elle est déposée, on verse l'eau qui entraîne l'albu-

mine végétale, les sels dissous que contenait la pomme de terre et les débris fins du parenchyme qui ont passé à travers le tamis ; on lave la fécule à plusieurs eaux pour la séparer des impuretés qui y sont encore mêlées, et lorsqu'elle est suffisamment blanche, on la fait sécher comme nous avons dit pour la pomme de terre et on la pèse.

IV. — Disposition d'une distillerie de pommes de terre.

On ne doit pas confondre la distillation de la fécule avec la distillation de la pomme de terre en nature ; la première restera toujours du domaine de la grande fabrication ; les procédés pour l'une ou l'autre de ces deux industries ne sont pas les mêmes. La fécule donne une macération claire, la pomme de terre une macération épaisse ; l'une donne des résidus que l'on emploie à la nutrition des bestiaux, l'autre ne laisse pour résidu qu'un liquide souvent fort gênant pour le fabricant ; enfin la pomme de terre donne des produits qui ont besoin d'être purifiés ; la fécule donne une eau-de-vie exempte de mauvais goût. Les procédés et les appareils sont ainsi entièrement différents pour ces deux genres de fabrication.

Une distillerie complète se compose de trois pièces. La première qui peut être simplement un hangar fermé, sert aux opérations préliminaires, au lavage des pommes de terre, à la réduction en pulpe, à la macération ; la deuxième renferme les cuves où s'opère la fermentation ; cette pièce doit être pavée en pierres plates ou cimentées, et recouverte au moins d'un double plancher joignant bien, et dont l'un est cloué

sous poutre (1) ; l'air doit pouvoir y être renouvelé ; les lavages fréquents et la plus exacte propreté doit y être maintenue ; une température constante de 18 à 20° C. est aussi nécessaire à la bonne marche des fermentations ; il est donc indispensable que cette pièce soit bien abritée et close avec soin. Le sol, le plus uni possible comme nous l'avons dit, doit aussi être disposé de façon à laisser écouler les eaux de lavage au dehors. La cuverie peut se chauffer au moyen d'un calorifère, ou mieux au moyen du générateur à vapeur que l'on y fait pénétrer ; on modère alors la température, si elle venait à s'élever trop, au moyen d'une ventilation très ménagée, pour éviter les coups d'air qui, par un refroidissement subit, pourraient déranger la marche des cuves. Cette deuxième pièce se nomme la cuverie. La troisième pièce renferme le générateur à vapeur, le foyer, les appareils de distillation et les instruments qui servent à la distillation. Cette pièce forme la distillerie proprement dite. Il n'entre pas dans le plan de ce travail de décrire en détail les dispositions d'une distillerie, qui d'ailleurs peuvent varier à l'infini ; chacun devra, avant de prendre une décision sur la disposition à adopter, bien se rendre compte des ressources dont il dispose, de la manière dont l'appareil qu'il a adopté doit fonctionner, de toutes les opérations qui doivent se succéder dans une distillerie, et des dispositions qui doivent les faciliter ; enfin, du terrain dont il dispose s'il doit bâtir, ou bien des bâtiments qui doivent lui servir s'il profite d'anciennes constructions. Un point auquel on devra at-

(1) Un plafond en plâtre ne pourrait remplacer ce plancher cloué sous poutre à cause de l'humidité qui l'aurait bientôt détruit.

tacher une grande importance, est de savoir si l'on a à sa disposition et à portée de la distillerie de l'eau claire et en abondance ; sans eau, une distillerie ne peut pas marcher, et c'est ordinairement la seule chose que l'on oublie d'examiner.

Dans les très petites distilleries et souvent aussi dans les grandes, on n'a qu'une seule pièce pour toutes les opérations ; c'est une faute ; la cuverie au moins devrait être séparée. Dans les petites distilleries, dont l'importance est trop peu de chose pour permettre de leur consacrer deux pièces, on devra au moins abriter les cuves par une cloison mobile ou fixe, afin de leur éviter les refroidissements subits ; car il est très difficile de remettre en train une fermentation qui a été dérangée par le froid.

V. — Opérations préliminaires.

Lavage.

Les pommes de terre se lavent soit dans un baquet ou une auge, au moyen d'un balai usé et un peu dur, lorsqu'on opère sur de petites quantités de pommes de terre, soit au moyen d'un laveur mécanique semblable à celui employé dans les féculeries, lorsque la fabrication à laquelle on se livre a une certaine étendue. On doit veiller à séparer les pommes de terre des pierres auxquelles elles sont quelquefois mélangées, et qui peuvent par leur dureté détériorer les appareils qui servent à préparer la pulpe.

Afin d'extraire d'une manière plus complète les pierres lors du lavage des pommes de terre, chose à laquelle ne satisfont pas les tambours-laveurs employés jusqu'à présent, même quand ces appareils sont

pourvus d'un chasse-pierre, et surtout lorsque les pommes de terre ont été récoltées en automne par un temps pluvieux et sur des terres fortes où les pierres sont abondantes, comme la plupart du temps sur les terres de l'Académie, on a donné à Hohenheim à la machine à laver la disposition suivante :

Fig. 6, pl. 2, section sur la longueur de la machine à laver.

Fig. 7, pl. 2, section transversale.

Le réservoir A,A qui est établi en planches épaisses, est partagé en quatre compartiments, par des cloisons *a*, *a*, *a*. La paroi longue postérieure de ce réservoir est de 20 centimètres environ plus élevée que celle antérieure. Dans les compartiments, les liteaux *b*, *b* portent les cribles *c*, *c* qui se composent de tôles épaisses, percées de trous, courbées suivant un arc de cercle. Les bords des cribles qui reposent sur les liteaux *b* sont renforcés par une barre en fer et portent de chaque côté deux crochets pour pouvoir les enlever facilement. A raison de leur poids, ces cribles n'ont pas besoin d'un autre mode de fixation. Ainsi qu'il est facile de le voir dans les figures, ces cribles sont d'environ 15 centimètres plus profonds que les cloisons *a* qui sont découpées suivant la forme concave de ces cribles.

Sur la longueur du réservoir règne un arbre en fer *d* qui repose en *e* sur un coussinet fixé sur la paroi antérieure de ce réservoir, tandis que son coussinet *f* est arrêté sur le tréteau en fonte *g*. Sur le prolongement de cet arbre sont enfilées une poulie motrice *h* et une poulie folle h^1. A l'intérieur des trois premiers compartiments, cet arbre est armé dans chacun de ceux-ci de six bras ou ailes *i*, *i* en bois avec moyeu en fonte i^1, i^1 assujettis au moyen de vis de calage sur sa

longueur, de manière à former une hélice qui sert à transporter les tubercules d'un compartiment dans l'autre. Dans le dernier ou quatrième compartiment, l'arbre porte un disque *k* en fonte avec deux orifices, et derrière ceux-ci vers l'intérieur est placée une corbeille *l* en verges de fer ayant la forme d'une section de cône destinée à rejeter les pommes de terre au dehors.

Le réservoir est rempli d'eau presque jusqu'à la hauteur de l'arbre et qu'on maintient à cette hauteur par une alimentation convenable à mesure qu'il y a décharge de tubercules.

Les pommes de terre qu'il s'agit de laver sont jetées dans le compartiment voisin de la poulie motrice, et par la rotation de l'arbre et la conformation des ailes qui circulent à une distance de 4 à 5 centimètres de la surface concave des cribles, elles sont transportées peu à peu dans le compartiment suivant jusqu'à ce que, saisies par la corbeille de décharge, elles tombent sur la surface en lattis *m*, où par le moyen d'un élévateur ou par un autre moyen elles sont transportées au lieu de leur destination.

L'emploi des ailes ou agitateurs pour remplacer les tambours-laveurs ordinaires, opère un nettoyage plus complet parce que les tubercules sont bien mieux frottés les uns sur les autres par les ailes que cela ne peut avoir lieu dans ces tambours, ce qui est cependant nécessaire pour détacher la terre ou la glaise tenace qui y adhère avec force.

Les parois *a* qui s'élèvent en partie au-dessus de la surface des cribles, opèrent une séparation bien plus certaine des pierres qui peuvent se rencontrer, tandis que les pommes de terre plus légères sont transportées peu à peu d'un compartiment dans l'autre.

Le sable et la terre pénètrent à travers les trous de 12 à 15 millimètres de diamètre des cribles, et se déposent sur le fond des compartiments du réservoir ; quant aux pierres, elles restent sur les cribles, où on peut les enlever de temps à autre. Débarrassées du sable et de la terre, elles coulent sur la surface de ces cribles en fer, avec un bruit facile à reconnaître. L'élimination complète du sable et des parties terreuses, s'oppose en effet au transport ultérieur des pierres d'un compartiment dans l'autre, et il n'y a que lorsque le transport des pommes de terre ne s'opère que d'une manière inégale que les pierres arrivent dans le second compartiment, mais on n'en trouve jamais dans le troisième.

M. Siemens a eu l'occasion d'observer à l'exposition des instruments et des machines de Breslau, une disposition plus régulière pour opérer ce transport des pommes de terre. Cette disposition lui a paru parfaitement remplir le but, et pouvoir être appliquée à la machine à laver ci-dessus. Dans ce but, au lieu de donner six bras agitateurs à l'arbre du premier compartiment, on ne lui en a donné que trois et on a partagé ce compartiment par la moitié en deux parties par une cloison en bois ou en grosse tôle, mais de façon que cette cloison ne descende pas tout à fait jusque sur le crible. Si donc on amène des tubercules dans cette moitié du compartiment qui est dépourvue de bras, il n'y a de transportés dans le compartiment suivant que ceux qui, sous l'ouverture de la cloison, arrivent dans la partie de ce compartiment armée d'ailes ; or, ces tubercules ne peuvent toujours être qu'en petit nombre, puisque ce ne peut être que ceux qui s'échappent de la première partie du compartiment et qui se succèdent lorsque ceux qui se trouvent placés

devant l'ouverture inférieure sont saisis et déplacés par les bras. Dans ce cas il est nécessaire de disposer un volant double sur l'arbre afin de favoriser le départ des tubercules.

Comme dans ce modèle de laveuse on peut enlever les cribles sans déplacer l'arbre, le nettoyage du réservoir est très facile. L'enlèvement du crible dans le dernier compartiment n'est que rarement nécessaire, parce qu'il n'y a pas de grosses malpropretés qui s'y déposent.

Avec un semblable appareil de lavage à quatre compartiments de chacun $0^{m}60$ de longueur sur 1 mètre de largeur, on peut, suivant leur degré de malpropreté, purifier par heure de 10 à 15 quintaux métriques de pommes de terre, même quand elles seraient imprégnées de terre forte et de glaise.

Pour obtenir un produit plus considérable, il suffirait d'augmenter la longueur des compartiments.

Le caractère le plus nouveau de cet appareil de lavage consiste dans le partage du réservoir d'eau en plusieurs compartiments munis de fonds en forme de crible, et dans l'emploi de bras agitateurs, au lieu des cribles ou des tambours en lattis employés ordinairement. L'appareil est solide et simple, et peut être établi à un prix plus modéré que les tambours adoptés jusqu'à présent.

Dans la figure 7, pl. 3, nous avons représenté un laveur de pomme de terre beaucoup plus simple, surtout en usage dans les petites fabriques, il est à claire-voie et assez semblable aux laveurs de sucrerie, à l'intérieur se trouve une vis d'Archimède et le cylindre tourne dans un bac rempli d'eau. Les racines sont mises dans la trémie et tombent dans le cylindre, qui a un mouvement à double effet, c'est à dire qu'en tour-

nant dans un sens les racines se trouvent lavées, en tournant dans l'autre sens, le cylindre se vide.

Divers procédés sont en usage pour la réduction de la pomme de terre en pulpe ; dans l'un on opère sur la pomme de terre sans la faire cuire, dans les autres on lui fait subir la cuisson avant de la diviser. Pour opérer cette cuisson, on se sert d'un tonneau T (fig. 1, pl. 1) posé sur l'un de ses fonds ; ce tonneau doit être fait en bois très sec ; du bois qui aurait longtemps séjourné dans l'eau ou qui aurait déjà servi à la confection de futailles d'une plus grande capacité serait très convenable ; dans tous les cas, ce tonneau doit être cerclé en fer assez fort. Une ouverture ménagée au fond supérieur O sert à l'introduction des pommes de terre : on la ferme au moyen d'un couvercle emboîtant exactement, mais simplement posé. Une ouverture P, munie d'une porte dont on voit le détail fig. 2, sert à retirer les pommes de terre lorsqu'elles sont cuites. Cette porte P (fig. 2, pl. 1) est maintenue par le bas dans un crampon *m* fixé dans le bois du tonneau ; un tourniquet *t*, également fixé au tonneau, vient maintenir la porte par le haut. A l'opposé de la porte P (fig. 1, pl. 1) se trouve une petite ouverture donnant passage au tuyau de vapeur V qui communique avec le générateur placé en G ; un robinet R permet de lâcher ou de retenir la vapeur à volonté. Le fond du tonneau est percé de six à huit petits trous de 2 cent. de diamètre qui permettent l'écoulement de l'eau provenant de la condensation de la vapeur. Le tuyau V entre un peu dans le tonneau, il est terminé par une pomme d'arrosoir percée de gros trous ; il serait bon que cette pomme d'arrosoir fût tournée en bas pour empêcher l'introduction des ordures. Les trous sont percés non seulement au bout de la pomme, mais sur tout le pourtour,

afin de livrer un passage plus facile à la vapeur. Le tuyau d'arrivée de la vapeur doit avoir un diamètre assez large pour qu'elle ne soit pas gênée dans son passage, et le générateur doit être assez grand pour fournir amplement la vapeur nécessaire. La cuisson des pommes de terre doit être rapide, résultat que l'on ne peut obtenir si la chaudière, la grille et le tuyau d'arrivée de la vapeur n'offrent pas des dimensions suffisantes. Toujours plus la cuisson sera prompte, toujours plus les pommes de terre seront farineuses et faciles à travailler. Si le tuyau de conduite de vapeur était très long, ce qu'il faut éviter autant que possible, il faudrait l'envelopper de linges ou de cordes de paille pour éviter la déperdition de vapeur ; la même précaution peut être prise à l'égard du tonneau. Les parties qui avoisinent l'entrée de la vapeur et la partie supérieure du tonneau sont les premières cuites ; le voisinage de la porte P est toujours le point où l'action de la vapeur se fait sentir le plus tard, c'est donc vers ce point que l'attention devra se porter pour reconnaître le moment où la cuisson sera terminée. On ménage à cet effet un petit trou dans la porte P, et en y introduisant une baguette, on sent si les pommes de terre offrent de la résistance ou si elles se laissent facilement traverser, ce qui indique qu'elles sont arrivées à point. Au reste, un peu avant le moment où le tonneau sera cuit, on voit sortir la vapeur avec sifflement par les trous inférieurs. Un peu d'habitude aura bientôt appris à reconnaitre le moment précis de la parfaite cuisson.

Dès que la cuisson sera arrivée à son terme, il faut se hâter de modérer la vapeur qu'on ne laisse plus arriver qu'en un petit filet ; on procède alors le plus promptement possible à la réduction des pommes de

terre en pulpe. Cette opération doit être conduite avec rapidité; car si on les laisse refroidir, elle devient bientôt très difficile par suite de l'état gluant que prend la fécule. La division devient alors très imparfaite, et outre un travail pénible, on n'obtient que des résultats incomplets. La réduction en pulpe doit être conduite de manière à ne pas beaucoup dépasser une demi-heure ; on remarque déjà après ce temps que les dernières portions sont beaucoup plus difficiles à travailler que les premières.

Les appareils employés pour diviser la pomme de terre sont encore pour la plupart très imparfaits, et cependant de la perfection de cette opération dépend en grande partie le rendement. Les deux appareils les plus employés sont le moulin à pommes de terre et un appareil formé d'un cylindre percé de trous comme l'appareil à faire le vermicelle.

Le moulin à pommes de terre se compose de deux cylindres en bois, en pierre, ou mieux en fonte, montés sur un châssis en bois B (fig. 3, pl. 1), lequel est entouré de planches sur trois côtés et en dessous, de manière à former une boite pour recevoir les pommes de terre écrasées, que l'on enlève à la pelle par le quatrième côté ouvert. Une trémie T *r* surmonte les deux cylindres et s'ajuste aussi exactement que possible contre ces cylindres, sans toutefois les toucher ; pour éviter les frottements, il serait bon que les bords inférieurs de la trémie fussent garnis d'une bande de fer contournée de manière à s'appliquer le long et autour des cylindres ; de cette manière, on éviterait l'effet du gonflement du bois qui occasionne ces frottements. Chaque cylindre est muni d'une manivelle M ; l'une à droite, l'autre à gauche. Dans quelques-uns de ces appareils, on rend les cylindres solidaires au moyen

d'un engrenage ; cette disposition n'offre d'avantages que lorsqu'un seul homme fait tourner l'un des cylindres. On ne doit pas donner plus de 15 à 25 centim. de diamètre et 40 à 45 centim. de longueur à ces cylindres ; de plus grandes dimensions rendraient le travail pénible, surtout si l'on augmentait le diamètre. Deux hommes font tourner les cylindres pendant qu'un troisième fait tomber les pommes de terre dans la trémie ; l'appareil doit pour cela être placé au-dessous de la porte du tonneau à cuire. Si les pommes de terre sont très farineuses, elles passent sans difficulté entre les cylindres ; mais lorsqu'elles sont grasses, ou lorsqu'on les a laissées refroidir, il faut les presser légèrement avec un pilon en bois, arrondi à sa base et assez gros pour ne pas être pris entre les cylindres, ce qui pourrait occasionner quelque rupture. J'ai dit que cette opération devait être conduite avec célérité ; à mesure que la caisse qui se trouve au-dessous des cylindres se remplit, un quatrième ouvrier, qui doit être le plus intelligent, la vide à la pelle dans un petit cuvier de 1 hectol. et demi environ ou deux hectol., placé près du moulin ; ce petit cuvier doit être peu élevé de bord et allongé pour faciliter le travail. Lorsqu'on y a porté environ un demi-hectolitre de pommes de terre écrasées, on s'assure de la température de la masse, qui doit être de 60 à 70° C. ; si la température était plus élevée, ce qui arrive presque toujours, on ajouterait un peu d'eau froide que l'on brasserait pour rendre la température uniforme dans toute la masse. Aussitôt qu'on est arrivé au point convenable, on jette de l'orge germée réduite en farine fine dans le cuvier et l'on brasse fortement ; l'orge germée doit se jeter doucement et se répandre sur toute la masse, afin d'agir sur toutes les parties. On continue à brasser jusqu'à ce

que le tout ait pris un aspect demi-fluide et une saveur sucrée. On se sert, pour le brassage, d'un râble en fer (fig. 4), semblable à celui des brasseurs. Aussitôt que la masse a pris l'aspect demi-liquide, on renverse le petit cuvier dans un autre plus grand placé à côté et destiné à contenir la totalité de la macération ; un cinquième ouvrier continue à brasser dans le grand cuvier. On recommence alors dans le petit cuvier sur une nouvelle portion. Cette opération du brassage, dans le petit cuvier, est la plus importante de toutes, et l'on doit y apporter toute son attention et ses soins. Les points principaux à observer sont une température convenable et un mélange parfait, Au-dessus de 70°, on risquerait de détruire le principe actif de l'orge. Il vaut mieux opérer à une température trop basse qu'à une température trop élevée ; néanmoins, si la température était trop au-dessous de 60° la réaction serait trop lente, ou même n'aurait pas lieu du tout. Il serait trop long de prendre chaque fois la température avec un thermomètre ; l'habitude aura bientôt appris à juger, sans cet instrument, du point convenable. Il est cependant bon de le consulter de temps à autre. Quant au brassage, il ne doit pas se borner simplement à un mélange exact des matières, il doit de plus opérer une trituration indispensable à la bonne réussite de l'opération. Lorsque toutes les pommes de terre sont réunies dans le grand cuvier et parfaitement triturées, on y ajoute environ leur volume d'eau à 50 ou 60° ; et après avoir encore brassé un instant, on laisse reposer le mélange une heure ou deux pour que la réaction s'achève. On emploie ordinairement 4 kilog. d'orge germée par quintal de pommes de terre ; cette orge doit être un peu plus germée que celle employée par les brasseurs.

Lorsqu'on opère sur de petites quantités, deux hommes peuvent suffire ; un pour moudre et un pour macérer. Il faut alors réduire les dimensions des cylindres du moulin. Des cylindres de 30 centim. de longueur peuvent être manœuvrés par un homme.

Il arrive assez ordinairement que l'on opère toute la macération dans un seul cuvier, c'est une faute : la trituration est beaucoup moins parfaite et plus pénible ; une grande partie des grumeaux de pommes de terre échappe à l'action du râble, surtout vers la fin de l'opération, au moment où la masse sur laquelle on agit est le plus considérable.

L'appareil de broyage que j'ai décrit est le plus généralement employé, quoiqu'il soit loin d'être le plus parfait. Son usage devient très pénible chaque fois que les pommes de terre ne sont pas très farineuses, ou qu'on les a laissées refroidir ou cuire trop longtemps ; il se forme alors un empois qui reste adhérent aux cylindres, et empêche de nouvelles quantités de pommes de terre d'engrener ; ce n'est qu'au moyen d'une pression continuelle dans la trémie que l'on parvient à les faire passer entre les cylindres. Pour remédier à ces inconvénients, on a imaginé d'autres appareils. L'un d'eux se compose d'un vaste cylindre en cuivre posé horizontalement, dans lequel on fait cuire les pommes de terre : ce cylindre est traversé par un axe en fer muni de bras ; lorsque les pommes de terre sont cuites, on met cet axe en mouvement au moyen d'un manège, et les bras qui y sont fixés broient les pommes de terre toutes à la fois ; la macération peut aussi se faire dans le cylindre à la suite du broyage, lorsque la pulpe écrasée est assez refroidie. Cet appareil est assez cher, et exige une force énorme pour fonctionner ; sous ces deux rapports il convient peu à une exploitation agri-

cole, où la distillerie n'est qu'un accessoire. On conçoit que le broyage se faisant instantanément et sans laisser refroidir, il en résulte de grands avantages ; mais d'un autre côté, les pommes de terre qui, par une cause ou par une autre, se trouvent être plus dures que les autres, échappent à l'action du pétrin ; beaucoup de grumeaux sont dans le même cas, principalement dans les années où la pomme de terre est de mauvaise qualité, le travail de cet appareil devient alors défectueux. Malgré ces quelques défauts, l'emploi en est avantageux dans les grandes fabriques où il est maintenant presque généralement adopté.

Dans les petites exploitations on emploie aussi l'appareil suivant, qui donne des résultats très satisfaisants. Un cylindre C *y* (fig. 5, pl. 1) en tôle très forte, de 1 centim. d'épaisseur, ou en fonte, garni d'un fond mobile posé sur le rebord intérieur placé au bas, est percé de trous cylindriques de 8 à 10 millim. de diamètre, tant à son pourtour que sur son fond ; ce cylindre traverse un banc B, formé d'un fort madrier de 10 à 12 centim. d'épaisseur, il y est fixé par son rebord supérieur ; un piston P entre dans le cylindre et se meut par une tige T *i*, portant à sa partie supérieure un tourillon qui glisse dans l'œil allongé d'un levier L, long de 3 mètres. Au moyen de cette disposition, la pression a toujours lieu verticalement. Une trémie T *r* surmonte le cylindre et porte à la partie supérieure une barre de fer B *a*, percée en son milieu d'un œil dans lequel passe la tige T *i*, et qui lui sert ainsi de guide. Les pommes de terre versées dans la trémie roulent dans le cylindre, et le mouvement du piston les force à passer en pulpe fine par les trous dont il est percé ; elles tombent dans une caisse C, établie sous le banc, où on les prend pour les porter à la cuve

de macération, comme nous l'avons dit pour le moulin. Il faut avoir soin de donner au banc assez de longueur pour qu'il ne se renverse pas lorsqu'on agit sur le levier, ou bien il faut le fixer solidement au sol. Deux hommes peuvent manœuvrer avec cet appareil : un pour faire tomber les pommes de terre dans la trémie, l'autre pour manœuvrer le levier.

On se sert aussi très avantageusement dans les petites exploitations d'un broyeur, construit par M. Deroy fils aîné, et représenté fig. 8, pl. 3. L'opération du broyage se fait en versant simplement les racines dans la trémie circulaire supérieure, la vis sans fin les saisissant et les pressant contre le fond perforé, elles sortent en pulpe.

On a aussi employé un autre mode de réduction en pulpe au moyen duquel on arrive à une division beaucoup plus parfaite que par un autre procédé ; je veux parler du râpage qui s'opère sur les pommes de terre avant la cuisson ; le râpage s'exécute au moyen d'une râpe cylindrique semblable à celle qui sert dans les féculeries. La pulpe obtenue est traitée par l'eau bouillante, ou même par la vapeur que l'on fait arriver dans la masse jusqu'à ce que la fécule soit réduite en empois ; on laisse refroidir cet empois jusque vers 70°, et on y ajoute l'orge germée que l'on y mêle exactement au moyen d'un vigoureux brassage. On doit toujours avoir soin de jeter l'orge par poignées que l'on répand sur toute la surface de la cuve à macération pour obtenir un mélange plus exact. Ce procédé est le moins répandu ; c'est celui qui donne la division la plus exacte, mais il exige l'emploi d'une force assez considérable ; une râpe à bras de la force de deux hommes ne peut guère donner plus de 20 à 25 quintaux de pulpe dans une journée ; de plus, cet appareil exige de fré-

quentes réparations. Son usage est encore trop peu répandu pour qu'on puisse en apprécier les avantages ou les désavantages.

Appareil à peler les pommes de terre écrasées.

Les pommes de terre écrasées entre des cylindres donnent une pâte et un moût qui, indépendamment des enveloppes ou pelures des tubercules, renferme toujours des morceaux qui ont échappé au broyage, et assez souvent on y remarque des pâtons ou masses, parce que les pommes de terre étaient déjà froides lorsqu'elles ont été écrasées. Ces pâtons, ainsi soustraits à l'action de l'orge germée, ne se saccharifient pas et par conséquent ne donnent pas d'alcool et un rendement rémunérateur. Ils augmentent avec les peaux ou enveloppes de pommes de terre, non seulement sans utilité, la masse qu'on traite, mais ils favorisent en outre le passage du moût à un état acide très défavorable.

Pour mieux écraser les matières de maltage et pour en éliminer les peaux, M. Siemens avait, il y a déjà une trentaine d'années, proposé un appareil qui, sous le nom de cuve à peler (pellkufe), est encore actuellement en usage dans quelques distilleries.

Cet appareil se composait d'un vase plat en bois à fond de tôle percé de trous ; au milieu de ce vase était planté un arbre vertical avec lequel était combiné un cylindre conique qui, lorsque l'arbre était en mouvement, circulait sur la surface d'un crible de fond et dans son mouvement frottait énergiquement et avec rapidité les matières qui avaient été introduites dans le vase et en séparait les peaux qui restaient sur le crible.

Cet appareil simple avait le défaut qu'il fallait nécessairement interrompre fréquemment le frottement cribleur pour enlever les peaux qui s'accumulaient ; puis, lorsqu'on traitait de grandes masses, qu'on perdait beaucoup de temps, et que ces masses se refroidissaient, d'ailleurs, au point de compromettre la saccharification. Ce défaut, M. Siemens l'a fait disparaître en grande partie dans la distillerie de l'Académie par la disposition qu'on va décrire, et qui, dès lors, devient applicable aux exploitations les plus importantes.

La modification la plus importante qui ait été apportée à l'ancien appareil, consiste à faire le crible non pas horizontal, mais en forme de trémie, et par conséquent concave ou creux au milieu, et à déposer les matières non pas directement dans la cuve, mais dans un récipient qui tourne avec l'arbre et amène par un tuyau en avant du cylindre (actuellement il y en a deux) ces matières sur le crible de fond. Les peaux ou pelures qui ne sont pas broyées par le cylindre et quelques débris de pommes de terre malades qui se trouvent dans la masse et ne se prêtent pas à son action, sont par un ramasseur en acier placé à la partie postérieure du cylindre poussés au milieu ou dans le point le plus profond du crible où au moyen d'un pas de vis calé sur l'arbre, elles sont évacuées dans un manchon de manière que le travail est continu.

La figure 8, pl. 2, représente cet appareil en coupe.

a^1, a^2, a^3, a^4, est la cuve au bas de laquelle est établi le crible de fond *b*, *b*. Cette cuve en recouvre une seconde c^1, c^2, c^3, c^4, destinée à recevoir les matières qu'on peut en extraire par le tuyau de décharge *d*. Au milieu de cette seconde cuve est un manchon *e* dans lequel débouche un bout de tube *f* attaché sur le fond

du crible, et par lequel s'échappent les peaux, mais non pas les matières utiles qui ont traversé le crible.

L'arbre vertical *g*, qui met en mouvement les deux cylindres coniques h^1, h^2, tourne dans le bout du tube *f* et le manchon *e*, et dans cette portion de sa longueur, il est pourvu d'un pas de vis *i* qui charrie et entraîne les résidus. Dans le bas, cet arbre circule au milieu d'un étrier *k*, et dans le haut, il est maintenu dans une boîte *l* qui fait partie de la traverse *m*. Deux roues coniques n^1 et n^2, servent à lui transmettre le mouvement emprunté à un arbre *o*, qu'on fait tourner mécaniquement ou qu'on manœuvre à la main au moyen de la manivelle *p*.

La trémie de distribution *q*, *q* des matières est en tôle et établie sur les bras r^1, r^2, calés sur l'arbre de manière à tourner avec celui-ci. L'introduction des matières se fait soit au moyen d'une pompe, soit au moyen d'une cuve placée à une plus grande élévation et a lieu par le tuyau *s*. De la trémie de distribution *q*, ces matières sont amenées par les tuyaux t^1 et t^2 sur le crible de fond des cylindres h^1 et h^2, cylindres qui sont en bois et tournent sur les axes u^1 et u^2. Ceux-ci étant combinés par les bras r^1, r^2 et l'étrier v^1, v^2 avec l'arbre *g*, tournent en conséquence avec lui.

C'est aussi avec les bras r^1 et r^2 que sont assemblés les deux ramasseurs en acier w^1 et w^2, fig. 9, pl. 2, au moyen desquels les matières qui n'ont pas passé à travers le crible sont chassées vers le milieu de celui-ci et les ramasseurs ; les bras, dans ce point, sont courbés ou arrondis, ainsi qu'on le voit dans la fig. 9, pl. 2.

M. Siemens recommande cette disposition à toutes les distilleries qui opèrent l'écrasage des pommes de terre à l'aide de cylindres, surtout dans les localités où

les circonstances locales obligent à n'introduire dans la cuve à fermentation que des matières utiles. Elle rendra également des services dans les grandes distilleries, où l'on fait usage, pour la distillation, d'appareils continus, et où il est indispensable d'avoir un moût toujours aussi égal et homogène qu'il est possible.

Dans les très petites exploitations, où l'on n'opère que sur un ou deux hectolitres au plus à la fois, on se passe de tous ces appareils ; la pomme de terre s'écrase au moyen d'un pilon en bois dans la cuve même où doit se faire la macération ; on ajoute l'orge germée lorsque la réduction en pulpe est terminée et que la masse est assez refroidie pour ne plus altérer le principe actif de l'orge ; mais ce procédé devient impraticable dès qu'on opère sur de plus fortes quantités. Dans ces petites exploitations, on n'a pas de générateur pour produire de la vapeur, et toutes les opérations de distillation se font à feu nu, ce qui nuit beaucoup à la qualité des produits. Pour cuire les pommes de terre, on emploie un petit tonneau dont l'un des fonds est percé de trous ; on place ce tonneau sur la chaudière à la place du chapiteau que l'on a eu soin d'enlever. Le fond du tonneau percé de trous est celui que l'on pose sur la chaudière. On met en ébullition l'eau que l'on a eu soin de verser dans cette chaudière et lorsque les pommes de terre sont cuites on enlève le petit tonneau que l'on vide dans le cuveau à macération. Si le tonneau est trop lourd pour être ainsi enlevé, on le vide par une porte.

On pourrait à peu de frais obtenir dans ces petits appareils les avantages que donne un générateur à vapeur, en y adaptant un double-fond F (fig. 6, pl. 1), dans lequel on mettrait de l'eau ; un tuyau T, muni

d'un robinet R', conduirait la vapeur produite dans le double-fond au tonneau de pomme de terre. La chaudière C se trouverait aussi soustraite à l'action directe du feu, qui n'agirait plus sur elle que par l'intermédiaire de l'eau contenue dans le double-fond. Par cette disposition on obtiendrait une marche beaucoup plus régulière de l'appareil et des produits beaucoup plus purs.

Malgré le désavantage de ces petits appareils sur les grands, comme moyen de fabrication, il est probable que non seulement ils se maintiendront, mais encore qu'ils se répandront à cause de l'avantage qu'ils offrent au petit cultivateur de pouvoir nourrir ses bestiaux l'hiver à peu de frais, en lui procurant du travail pour une saison qui, sans cela, serait tout à fait perdue. C'est en grande partie à ses distilleries que l'Allemagne doit de pouvoir livrer de la viande grasse à meilleur marché que nous. Là, chaque ferme a sa chaudière, fait de l'eau-de-vie et nourrit des bestiaux avec les résidus de la distillation.

La fig. 3, pl. 3, représente un appareil pour cuire à la vapeur, récemment inventé par M. Deroy fils aîné, il est formé d'un générateur de vapeur muni de tous ses accessoires, chauffant une ou plusieurs marmites et se vidant par basculement.

On peut, comme l'indique la gravure, employer le générateur pour chauffer en même temps un alambic dont la chaudière servirait à l'occasion à la cuisson. Cet appareil convient très bien aux petites distilleries et aux fermes.

Appareil de broyage pour les grandes distilleries.

Les tentatives qui ont été faites de tous côtés pour amener dans un état complet d'atténuation les matières

utiles contenues dans les pommes de terre, témoignent, sans nul doute, de l'importance qu'on attache à la solution de ce problème.

La première condition qu'il s'agit de remplir pour dissoudre la fécule, est certainement d'obtenir une atténuation ou division aussi complète qu'il est possible des pommes de terre. Le mode d'écrasage ou de broyage le plus usité jusqu'à présent des pommes de terre préalablement cuites à feu nu ou à la vapeur, au moyen de cylindres, ne satisfait pas aux conditions du problème, parce que la pomme de terre qui est ainsi refroidie, malgré qu'elle soit broyée, paraît alors se soustraire à l'action dissolvante du malt ou orge germée qu'on y ajoute, et qu'une fois refroidie, il n'est pas possible de la mettre en contact intime avec le malt.

Les essais qui ont été faits pour broyer les pommes de terre brutes avec la râpe, ainsi que cela se pratique dans les sucreries pour extraire le jus des betteraves, n'ont pas jusqu'à présent donné de résultats satisfaisants, parce que le mélange de l'orge germée avec la bouillie qu'on obtient ainsi, exige une plus forte addition d'eau pour atteindre la température uniforme nécessaire à la saccharification, même quand on a recours à un chauffage dispendieux avec des vapeurs confinées. Une application directe de la vapeur s'est montrée impraticable, attendu qu'un excès de température dans quelques points et qu'il n'est pas possible d'éviter, détermine la formation d'un empois et la destruction de l'énergie saccharifiante du malt.

Il y a déjà plus de 50 ans que M. Franz Siemens, père de l'auteur, alors à Pyrmont, a obtenu un écrasage parfait des pommes de terre cuites à la vapeur, en divisant ces tubercules vaporisés dans la cuve ou

appareil de cuisson lui-même, sous une plus haute pression ou plutôt avec une vapeur d'une température plus élevée. Pour cela, il s'est servi d'un arbre fileté planté verticalement au milieu de l'appareil, et dans le bas duquel était établi un croisillon composé de deux lames d'acier dont la longueur était égale à celle du diamètre uniforme de la cuve. Un mouvement alternatif d'élévation et d'abaissement de ce croisillon, déterminé par la rotation de l'arbre fileté, suffisait avec la température élevée pour diviser si complètement les pommes de terre, qu'il devenait possible, après avoir pompé de l'eau chaude, de faire passer la masse ainsi divisée à travers un fond de tamis dans l'appareil, tamis sur lequel restaient les débris et les peaux des pommes de terre.

La masse ou purée, ainsi obtenue, se mélange aisément et bien uniformément avec l'orge germée aux diverses températures. Mais la difficulté pour diviser de grandes masses par ce moyen dans l'appareil à vapeur lui-même, et l'inconvénient d'être dans la nécessité d'ajouter une plus grande quantité d'eau, ont rendu ce procédé inapplicable dans les grandes exploitations.

M. Siemens a cherché plus tard à faire disparaître les inconvénients de ce mode de broyage usuel en introduisant les tubercules vaporisés immédiatement de l'appareil de cuisson dans un appareil diviseur placé au-dessous (1), dans lequel on prévient le refroidissement, on atteint une division complète et même où la séparation des peaux est possible. Le mélange simultané d'une faible quantité d'une solution d'orge germée, s'oppose à l'agglutination et au durcissement de la masse

(1) Description d'un nouvel appareil pour diviser et macérer les pommes de terre. Stuttgart, 1840.

atténuée, de manière à ce qu'elle devient, par une nouvelle addition de malt, susceptible de devenir bien fluide.

D'un côté, l'élimination possible des peaux, et de l'autre la solution des parties qui ne paraissaient pas de nature à se dissoudre, ainsi que cela arrive quand on traite des pommes de terre malades, permet d'obtenir avec cette disposition un produit plus pur. Cette disposition, au moyen de laquelle on peut diviser des masses quelconques, fournit, même avec des pommes de terre de qualité inférieure, ainsi qu'on a souvent à en travailler au printemps, un moût fin, bien homogène et d'un bon rendement. Elle rend l'opération la plus importante de la fabrication indépendante de la bonne volonté de l'opérateur. Enfin, la préparation d'un brassin aussi pur, procure des avantages nombreux dans l'installation de l'appareil distillatoire qui n'a plus besoin de tuyaux et de robinets d'un aussi grand diamètre, sans compter qu'elle rend l'emploi d'un appareil distillatoire à marche continue plus facile et commode qu'avec les appareils employés jusqu'à présent pour écraser les pommes de terre.

Puisque, malgré ces avantages incontestables, cet appareil n'a pas été généralement adopté, il faut qu'il ait présenté encore quelques défauts qui se sont opposés à son adoption. C'était, en effet, le cas, et l'expérience a même démontré que dans l'introduction des choses nouvelles on ne balance pas toujours d'une manière équitable les avantages avec les inconvénients, mais qu'un seul défaut fait souvent méconnaître et négliger tous les avantages d'ailleurs acquis ; de même, d'un autre côté, il peut arriver qu'un inventeur trouve une chose nouvelle, mais que des défauts encore saillants le forcent à l'abandonner. Mais malgré les faiblesses

pardonnables qu'on a la plupart du temps pour les produits de son esprit, M. Siemens a cherché à perfectionner son appareil et à faire disparaître les défauts qu'on lui reprochait.

Il a reconnu que cet appareil, dans l'exploitation d'une distillerie où l'on occupe souvent un ouvrier dans lequel on n'a pas une confiance absolue et qui ne se trouve pas placé sous un contrôle incessant, n'était pas d'une simplicité suffisante, et en particulier que, lorsqu'il y avait présence de pierres dans les pommes de terre, il pouvait en résulter des avaries graves ; et enfin que, dans tous les cas, il y avait des pertes de temps. D'ailleurs, un appareil d'un prix moins élevé lui a semblé une chose désirable, même quand on devrait le dépouiller de quelques-uns de ses avantages plus ou moins importants. Dans tous les cas, il fallait lui conserver cette division complète des tubercules à une température élevée qui avait si bien réussi, ainsi que le mélange avec une petite proportion d'extrait de malt.

Il croit, par la disposition qu'on va décrire, s'être approché davantage du but qu'il a voulu atteindre.

Considérée sous un point de vue général, la disposition nouvelle consiste à établir immédiatement au-dessous de l'appareil de cuisson un cône ou un crible en forme d'entonnoir en fonte ou en tôle forte, dans lequel le broyage et la division des pommes de terre cuites à la vapeur s'opère au moyen d'une hélice, ainsi que cela a lieu dans la machine à broyer l'argile de M. Schlick, et qui les fait passer à travers les trous dont l'entonnoir est percé.

La figure 10, pl. 2, représente cette nouvelle disposition suivant une section verticale prise sur la longueur ; figure 11, pl. 2, en est une autre section verticale, prise transversalement.

A est le tonneau à cuire les pommes de terre à la vapeur ; B, l'entonnoir ou le cône où a lieu le broyage au moyen d'un volant à bras disposés en hélice *a*, lorsqu'on fait tourner l'arbre *b*. Le cylindre couché C, qui tourne avec l'axe *c*, sert à mélanger la masse broyée avec l'extrait de malt qui arrive du réservoir D, et la cuve E à mélanger le malt qu'on ajoute encore à la purée.

L'appareil A pour la cuisson des pommes de terre à la vapeur est, à l'exception des fonds, construit en planches épaisses de mélèze. Avec ce tonneau en bois, M. Siemens s'est servi avec beaucoup d'avantage, ainsi qu'on l'expliquera plus loin, de la fonte de fer, qui assure à l'appareil de vaporisage une bien plus longue durée, en même temps qu'il permet d'obtenir de la manière la plus simple cette fermeture hermétique indispensable surtout dans les parties supérieures. Le tonneau doit, autant que possible, avoir dans le haut un diamètre plus fort que dans le bas, parce qu'on parvient ainsi à maintenir, lors du vaporisage, une plus grande masse de pommes de terre à l'état sec, ce qui permet de les diviser plus complètement, ou plutôt de les pulvériser. Par le même motif, il faut que le tuyau de vapeur amène celle-ci dans la partie supérieure du tonneau, car alors il est facile de maintenir à travers le fond en fonte la conduite bien étanche. Le fond inférieur est percé d'un grand orifice surmonté d'un croisillon *d*, *d*, sur lequel est assemblé par des vis, ou plus simplement en trois points, par ce qu'on appelle une fermeture à baïonnette, un crible infundibuliforme, qu'on peut aisément en retirer en le faisant tourner en arrière et replacer fermement avec la même facilité. Ce cône, à Hohenheim, a été établi en fonte, et les trous coniques dont il est percé, qui ont 7 millimètres de diamètre, s'élargissent jusqu'à 15 millimètres à l'exté-

rieur. Pour en faciliter le nettoyage, ce cône est composé de deux parties pourvues chacune d'un bord *e*, *e*, qui, de même que dans la partie supérieure, sont assemblées par une fermeture à baïonnette. Les poignées *f*, *f*. fig. 11, servent à tourner aisément la partie inférieure lorsqu'il s'agit d'enlever le cône pour le nettoyer. L'orifice inférieur a un diamètre de 5 centimètres environ plus grand que celui de l'arbre *b* qui le traverse, et au moyen de l'anneau d'ajustage *i*, on peut le fermer plus ou moins (1).

L'arbre *b* repose dans le bas sur une pièce transversale *g* portée par les deux colonnettes *h*, *h*, qui sont maintenues par des écrous sur le collet du cône. Pour opérer cet assemblage, on ménage sur chacun des bords deux oreilles. Cet arbre porte dans le bas un tourillon qui pénètre à travers une ouverture percée dans la traverse *g*, et en dessous il est fileté et maintenu par un écrou. Comme la résistance que l'arbre éprouve se trouve placée dans le haut, on insère sur l'écrou une rondelle en laiton. Du reste, le poids de l'arbre et de la traverse atténue en grande partie cette pression de bas en haut, de façon que l'assemblage inférieur de l'arbre n'a pas beaucoup à souffrir, et, par conséquent, n'a pas besoin d'un point d'appui plus résistant. Les écrous *k*, *k*, sur les colonnettes *h*, *h*, permettent d'établir l'arbre à telle hauteur qu'on désire, et, par conséquent, les bras broyeurs du cône à telle distance qu'on veut des parois du cône.

Pour favoriser le passage des pommes de terre broyées à travers les trous du cône, on a disposé dans celui-ci deux bras immobiles *l*, *l*, qui ne sont pas calés

(1) C'est principalement par cet orifice inférieur que les enveloppes du grain sont séparées, et, par conséquent, qu'il devient facile de les enlever, ce qui n'avait point été fait jusqu'à présent.

sur l'arbre, et que des doigts ou tiges implantés dans l'entonnoir empêchent de tourner. Ces bras fixes ont un biseau opposé à celui des bras mobiles, au moyen de quoi ils s'opposent non seulement à ce que la masse entière prenne un mouvement de rotation dans l'entonnoir, mais de plus, favorisent singulièrement le passage de celle-ci à travers les trous.

La fig. 12, pl. 2, représente en plan la position des bras *a* et *l*.

Un problème qu'il s'agissait de résoudre, consistait à fermer l'entonnoir par le haut lorsqu'on chargeait le tonneau A de tubercules, afin qu'il ne se remplisse pas de pommes de terre crues. Cette fermeture devait pouvoir s'ouvrir aisément après le vaporisage. Un registre n'était pas facile à introduire ainsi dans des agencements simples. On atteint le but par le moyen suivant. Un convercle *m*, *m*, bien simple en tôle forte, composé de deux parties ou clapets, peut clore bien exactement l'orifice du cône, et ces deux parties sont assemblées entre elles par deux charnières qui, lorsqu'on relève le couvercle, permettent à ces deux clapets de venir s'appliquer dos à dos.

Pour relever ce couvercle, on l'a armé de deux anneaux ou œils *n*, *n*, de chaque côté de l'arbre *b* qui passe au travers ; ces anneaux sont combinés par deux chaînes d'égale longueur avec un arbre horizontal *o* qui traverse le tonneau de part en part, de façon à ce que les chaînes puissent s'enrouler sur cet arbre lorsqu'on fait, du dehors, tourner celui-ci au moyen d'une manivelle *p*. De cette manière on parvient, même lorsque le tonneau est chargé, à relever le couvercle dès que les pommes de terre sont suffisamment cuites à la vapeur. Par suite du rapprochement de chacune des moitiés ou clapets de ce couvercle, on peut ouvrir

un passage d'une grandeur arbitraire. Avant de relever le couvercle, on met l'arbre *b* en mouvement à l'aide de l'engrenage *q* et on ouvre le passage suivant le besoin. A raison de la forme infundibuliforme *z*, *z*, qu'on a donnée à la partie inférieure du tonneau, celui-ci se vide entièrement.

Dès que les pommes de terre commencent à passer à travers le crible, elles tombent par la trémie S dans le cylindre C, dont l'axe, armé de palettes, mélange intimement la masse divisée avec l'extrait de malt qui arrive par le tuyau D, cylindre qui la conduit dans la cuve à moût E.

Par suite du diamètre de ce cylindre peu considérable, ce mélange n'exige qu'une force médiocre, de façon que l'arbre peut être commandé par un poulie *t'* qui emprunte le mouvement à une transmission.

Lorsque le tonneau est complètement vidé, on rabat avec les tiges *t*, *t*, fig. 11, les clapets du couvercle qui ferment de nouveau l'orifice de l'entonnoir.

Dans la disposition de l'appareil de broyage que nous venons de décrire, l'arbre *b* fait 40 tours par minute, et l'arbre *c* de démêlage, 120 tours dans le même temps. Avec cette vitesse qu'on peut encore accélérer, le broyage ou criblage de 10 quintaux métriques de pommes de terre s'opère en 36 à 40 minutes.

On a ainsi reconnu que le cylindre de démêlage devait être plus court de 1/3. Cette disposition n'a pas été construite, à proprement parler, à Hohenheim pour le but indiqué, mais a servi jusqu'à présent, comme dans les appareils employés en Angleterre pour le maltage des grains, de machine de démêlage, dans la distillerie et la brasserie de l'Académie pour faire les démonstrations.

Dans les grandes exploitations où l'on emploie en

général deux appareils à cuire à la vapeur, on dispose sous chacun d'eux une presse à vis particulière, mais un seul et même appareil de démêlage peut servir pour les deux, parce qu'on peut facilement le déplacer quand on veut soumettre à la saccharification le contenu de deux appareils de cuisson, ainsi que la chose a lieu la plupart du temps.

Râpe de M. Champonnois pour pommes de terre et betteraves.

Cette nouvelle râpe présente un contraste saisissant avec les râpes cylindriqnes ordinaires, non par la forme des organes qui, à la première vue au moins, différent assez peu dans les deux genres de machines, mais par leurs mouvements relatifs et par le rôle des forces intervenantes qui sont à peu près complètement inverses dans le nouvel appareil. On peut en juger d'après la description avec figures que nous allons présenter de cette nouvelle râpe.

Fig. 2, pl. 2. Section verticale passant par l'axe moteur de l'appareil.

Fig. 3, 4 et 5, pl. 2. Modes divers de groupement des lames dentées, représentés en sections verticales perpendiculaires à l'axe de ces lames.

A, massif sur lequel est boulonné l'appareil.

B, bâti avec paliers supportant l'arbre moteur.

C, tambour cylindrique fixe, formé de lames qui sont disposées suivant des génératrices équidistantes et normalement à la surface cylindrique du tambour qu'elles forment; en outre, elles sont montées une à une ou par groupes (fig. 3, 4 et 5), entre des barrettes parallèles laissant entre elles des ouvertures longitudinales équidistantes, ou lumières, qui font que le tam-

bour est à claire-voie. Nous reviendrons plus loin sur ces dispositions.

D, clavette servant à serrer l'ensemble des lames d'acier et des barrettes.

E, fond immobile, solidaire avec le bâti et auquel est assujetti le tambour C.

F, palette fourchue, en forme d'U, emmanchée à l'extérieur du tambour sur l'extrémité de l'arbre moteur qui pénètre au travers du fond fixe E.

G, arbre moteur sur lequel est calée la palette F. Il est creux dans toute sa longueur et donne passage au courant d'eau nécessaire à l'opération. Le liquide, suivant la direction des flèches (fig. 2), se divise en deux courants dans les deux branches de la palette et sort en une multitude de filets par les orifices ménagés à la partie de la surface de la palette qui est concentrique au tambour.

H, H', poulie fixe et poulie folle recevant alternativement la courroie motrice ; il va sans dire que le diamètre de ces poulies est variable, c'est à dire qu'on peut leur donner une dimension moindre que celle qu'indique la figure 1, afin de les mettre en rapport avec les transmissions existantes.

I, volant.

J, trémie dans laquelle on jette la pomme de terre.

K, plaque faisant corps avec la trémie J et s'appliquant contre le tambour C, dont elle forme l'autre fond ; on l'enlève lorsqu'on veut changer le tambour.

L, crampons à écrous, au nombre de trois, servant à fixer à demeure la plaque K.

M, enveloppe entourant le tambour à une certaine distance, sur une partie de la circonférence, pour empêcher la projection des matières ; elle se pose simplement et s'enlève au moyen de poignées.

N, sortie de la fécule, qui est reçue dans une caisse placée sous le tambour.

Des expériences récentes ont confirmé les avantages que présente cet appareil en féculerie ; en outre, elles ont fourni des bases exactes d'après lesquelles on doit se diriger pour satisfaire aux conditions principales à réaliser, savoir : le degré de division de la matière et la quantité de travail à obtenir.

On parvient de plusieurs manières au degré de division voulu, soit par la saillie des lames, soit par leur écartement, soit encore par le nombre et l'ouverture des lumières.

La saillie des lames étant donnée, soit 0^m0005, la finesse de la pulpe est en raison directe de l'augmentation du nombre des lames et du rétrécissement ou de la diminution du nombre des lumières ; on peut donc toujours varier le degré de division de la matière suivant les résultats qu'on veut obtenir.

Or, il est très facile de faire varier ces deux éléments essentiels, grâce à la disposition des barrettes et des lames qui peuvent être assemblées de différentes manières.

La première disposition consistait à assembler une lame entre deux barrettes et, par conséquent, entre deux lumières, comme le représente la figure 3. Par cette disposition, chaque fragment de pulpe ne trouvant pas d'issue du côté où il a été produit, est obligé de repasser sur la même lame, où il vient encore se diviser avant de trouver la lumière suivante par où il peut s'échapper.

Pour augmenter le degré de division, il suffit d'augmenter le nombre de lames dans chaque groupe entre les lumières. Par ce moyen, chaque fragment entamé par la première lame du groupe, est obligé de repasser

sur toutes les lames qui composent ce groupe avant de trouver la lumière de sortie.

Les autres dispositions sont indiquées par les figures 4 et 5. Elles permettent, en outre, d'user beaucoup plus complètement les lames. En effet, la dernière lame étant également suivie d'une barrette peut alternativement devenir la première du groupe, en changeant le sens de rotation de la palette tournante par un simple croisement de la courroie de commande. Au moyen de cet artifice, les lames qui, pendant le premier sens de rotation de la palette, ont eu le temps de s'émousser du côté de la partie travaillante, ont acquis un mordant plus vif du côté opposé, et peuvent alors, si on change le sens du mouvement, fournir un nouveau travail aussi long que le premier.

Indépendamment de la réduction du nombre des lumières qui, de la première disposition en contenant 120, a été ramené à 30 et 25, on peut encore réduire leur section de 1 1/2 millimètre à 1 et même 1/2, tout en conservant un passage suffisant.

Dans toutes ces conditions et proportionnellement à la perfection de la division de la matière qu'on veut obtenir, il faut augmenter la vitesse de rotation de la palette qui peut s'élever utilement jusqu'à 1.000 tours par minute, sans que la dépense de force paraisse être sensiblement augmentée.

L'appareil de M. Champonnois peut également être employé pour les betteraves. Dans ce cas, le tambour de la râpe doit être plus grand ; il a $0^{m}40$ de diamètre; en outre, la palette tournante est munie, aux extrémités de son plus petit diamètre, de deux fortes lames à couteaux à deux tranchants qui coupent les betteraves de trop grandes dimensions.

La finesse de la pulpe qu'on obtient dans ce cas est

très remarquable, mais il arrive souvent que les lumières sont obstruées par des incrustations très dures et que l'appareil cesse de fonctionner. En examinant ces incrustations au microscope, M. Payen y a reconnu la présence de concrétions cristallines formées de prismes irradiés de centres communs, chacune d'elles étant renfermée dans une cellule qui contient également la matière organique azotée qui les entoure. En effet, dans ses recherches anatomiques et chimiques sur les betteraves, il avait depuis longtemps constaté, dans les tissus, de semblables concrétions, surtout près de la tête ou tige conique, dans le voisinage du collet ; la calcination a donné l'équivalent de 37 pour 100 de carbonate de chaux.

D'après cela, M. Payen avait conseillé pour débarrasser la râpe de ces matières qui l'obstruent, de plonger le tambour dans une chaudière contenant une dissolution de carbonate de soude ou de potasse, maintenue un certain temps en ébullition. Mais, depuis lors, M. Champonnois a trouvé le remède suivant, qui est beaucoup plus facile à pratiquer et qui réussit parfaitement bien : lorsque les lumières sont obstruées, il faut sortir le tambour et le chauffer en introduisant simplement à l'intérieur une plaque de tôle portant quelques charbons incandescents. A mesure que l'évaporation se fait, la matière incrustante se dessèche, et le retrait qu'elle éprouve ne tarde pas à la faire fendiller et à se détacher d'elle-même.

Dans un rapport fait par M. Combes à la Société centrale d'agriculture de France, on trouve des détails intéressants sur quelques expériences comparatives qui ont été faites en 1867 avec la râpe Champonnois à la féculerie de M. Pasquier, à Trou-Guyencourt.

685 kilog. de pommes de terre ont, dans ces expé-

riences, donné à la râpe ordinaire 110 kilog. de fécule verte qui se sont réduits à 70 kilog. de fécule sèche.

Le même poids de pommes de terre a donné par la râpe Champonnois 137 kilog. de fécule verte qui se sont réduits à 87 kilog. de fécule sèche.

Le temps et le travail mécanique dépensés pour râper un poids de pommes de terre sont les mêmes pour l'ancienne râpe et pour la nouvelle, ou du moins la différence est assez faible pour qu'elle ne se soit pas manifestée dans le travail courant de la fabrique. Les dimensions des râpes employées comparativement dans ces expériences étaient :

Pour l'ancienne râpe à tambour tournant :

Diamètre	$0^{m}.48$
Longueur des lames	0 26

Pour la râpe à tambour fixe de M. Champonnois :

Diamètre	$0^{m}.29$
Longueur des lames	0 23

Les vitesses étaient également de 800 révolutions par minute pour le tambour tournant de la râpe ancienne et pour la palette de la râpe Champonnois.

Avec l'ancienne râpe, la finesse de la pulpe de pomme de terre varie comme l'écartement entre les lames et la pièce de rencontre. Or, cet écartement change presque d'un instant à l'autre, soit par l'usure de la pièce de rencontre elle-même, soit par celle des coussinets porteurs de l'arbre de l'instrument. Il faut donc, pour parer à cet inconvénient, avoir soin de rapprocher, et souvent plusieurs fois dans une même journée, cette pièce de rencontre du tambour de la râpe. Ce travail est facile à exécuter, mais il exige une assiduité qu'on ne rencontre pas toujours, même

chez un contre-maître. Il est impossible d'arriver à la perfection sous ce rapport, et cela explique comment on trouve dans la pulpe de la râpe tournante des morceaux de pomme de terre qui n'existent pas dans les produits de celle Champonnois. Dans celle-ci, au contraire, l'espace entre les barrettes qui donne passage à la pulpe étant invariable, cette pulpe conserve toujours la même finesse, et une fois que l'instrument a été monté, il n'y a plus besoin d'y toucher que lorsque les lames usées ne peuvent plus fonctionner.

VI. — **Fermentation.**

Marche de la fermentation.

La macération étant terminée comme nous l'avons vu, on la transporte dans la cuve à fermentation. Cette besogne peut être considérablement simplifiée si le local où se fait la macération et la cuverie sont disposés de façon qu'on puisse faire écouler le contenu de la cuve à macération dans un souterrain pratiqué dans le sol de la cuverie ; un conduit souterrain formé de madriers de chêne ou maçonné et cimenté peut établir cette communication ; on évite par ce moyen d'ouvrir la porte de la distillerie et d'en faire varier brusquement la température. Une pompe placée au-dessus du réservoir de la distillerie y porte la macération et la fait monter dans les cuves. On doit, après chaque macération, laver avec le plus grand soin tous les instruments qui y ont été employés, les cuves où elle a été travaillée, le conduit, le réservoir de la distillerie et la pompe. J'insiste sur ce point parce qu'il est généralement trop négligé, ou fait avec trop peu de soin ; on craint de perdre son temps à des opérations qui pa-

raissent en dehors de la fabrication, et sans s'en douter on laisse se former dans tous les appareils des ferments putrides, acétiques, etc., qui viennent compliquer la marche des fermentations, diminuer les produits et les altérer. Il est bon, dans une distillerie, d'avoir un manœuvre spécialement employé aux soins de propreté, hors le temps où il est retenu aux opérations de la macération.

Les cuves doivent être d'une capacité telle qu'un quintal métrique de pommes de terre occupe, après la macération et après avoir été convenablement étendu d'eau, 2 hectolitres et demi, en laissant encore dans la cuve environ 20 centimètres de vide. Ainsi, en supposant que l'on opère sur 5 quintaux de pommes de terre par macération, les cuves devront contenir, étant remplies à 20 centim. du bord supérieur, 12 hectolitres et demi. La régie établissant le rendement sur la capacité des cuves, il est important de ne pas dépasser ces proportions, sans quoi l'on s'exposerait à avoir des manquants dont il faudrait payer les droits.

La macération, telle qu'elle a été préparée, ne remplit pas tout à fait la cuve à la hauteur convenable ; on ajoute de l'eau pour y arriver et en même temps ramener la masse liquide à la température de 20 à 25° C. On comprend d'après cela, que la température de l'eau ajoutée devra être plus ou moins élevée pour obtenir ce résultat, suivant que la macération se sera ellemême plus ou moins refroidie. Généralement elle a conservé une température de beaucoup au-dessus de 25° : on doit alors ajouter de l'eau froide pour la ramener au point convenable. Cette opération doit se faire doucement et avec précaution, en mélangeant bien à mesure qu'on ajoute l'eau, de manière à ne pas descendre au-dessous de 20° et à ne pas rester au-dessus

de 25°. Si l'on avait trop refroidi, il serait très difficile de ramener la température au point convenable en réchauffant la cuve ; si au contraire on était resté fort au-dessus de la température de 25°, il faudrait peu compter sur le refroidissement d'une masse liquide aussi considérable, qui est toujours très lent, et si l'on se décidait à attendre ce refroidissement, on risquerait de voir s'établir dans la cuve quelque fermentation nuisible qui viendrait entraver la fermentation alcoolique au moment où l'on mettrait en levain. Le seul moyen de réchauffer une cuve lorsque, par une cause ou pour une autre, elle a été refroidie, c'est de la diviser en deux portions que l'on met dans deux cuves, que l'on complète avec la macération suivante, en ayant soin cette fois d'obtenir une température convenable. On agit de même lorsqu'on a une cuve trop chaude ; mais si l'on ne devait pas faire une seconde macération dans la journée, il vaudrait mieux se décider à sacrifier une portion de la macération, que l'on remplacerait par de l'eau bouillante si la cuve est trop froide ou par de l'eau très froide si elle est trop chaude. Ce n'est qu'après avoir obtenu cette température que l'on doit mettre en levain.

On procède à la préparation du levain de la manière suivante : au commencement de l'opération décrite dans le paragraphe qui précède, on a pris 15 à 20 litres de macération que l'on a placée dans un baquet de 25 à 30 litres de capacité ; après l'avoir ramenée de 25 à 30° C. de température, on y ajoute environ un demi-litre de bonne levure de bière fraîche bien égouttée par quintal de pommes de terre mis en macération. On mélange aussi parfaitement que possible avec les mains ; la levure étant conservée à la cave, se trouve ordinairement avoir une température inférieure à 10°,

ce qui ramène le levain à 20 ou 25° environ. Si l'on n'avait pas pris la précaution de préparer la macération à 25 ou 30°, il s'ensuivrait que le levain serait trop refroidi et ne fermenterait pas d'une manière convenable. Lorsque le mélange est terminé, on couvre le baquet et on le porte dans un endroit de la cuverie où il ne soit pas exposé aux courants d'air. Après un quart d'heure ou une demi-heure, il entre en fermentation et monte rapidement, au point de sortir du baquet si celui-ci est trop rempli ; c'est à ce moment qu'on verse le levain dans la cuve que l'on veut faire fermenter ; on le mélange exactement au moyen d'un vigoureux brassage que l'on exécute avec un râble de brasseur en bois et plein. Le râble en fer et à jour dont on se sert pour les macérations n'imprimerait pas à la masse un mouvement assez prononcé pour bien opérer le mélange. La meilleure manière d'opérer consiste à enfoncer le râble verticalement et très vivement, dans toutes les parties de la cuve, et à le retirer de même très vivement et verticalement ; on imprime de cette manière un fort mouvement à la masse et l'on produit de forts bouillonnements qui ne laissent aucun point de la cuve en repos et produisent un mélange aussi parfait que possible, condition essentielle pour une mise en fermentation prompte et régulière.

Après un temps plus ou moins long, mais qui ne dépasse pas quelques heures, la cuve commence à entrer en fermentation ; ce phénomène s'annonce par un léger bouillonnement qui forme à la surface de la cuve des bulles d'air qui se rassemblent et couvrent bientôt toute la surface. Peu après, on voit monter la partie épaisse de la macération, les pellicules de pommes de terre, la fécule non attaquée, etc. Il se forme alors ce qu'on appelle le chapeau de la cuve ; un indice

de bonne fermentation se tire de l'apparence de ce chapeau ; il doit être d'apparence uniforme, présentant çà et là quelques petites ouvertures par lesquelles s'échappe le gaz acide carbonique. Au bout de quelques jours le chapeau se fendille et redescend ; c'est à ce moment que la cuve est bonne à distiller. On ne doit pas laisser au chapeau le temps de s'enfoncer dans la cuve ; dès qu'il s'est abaissé et que le dégagement d'acide carbonique s'est beaucoup ralenti, il faut se hâter de distiller ; si l'on attendait plus longtemps, la cuve passerait à la fermentation acétique, et la quantité d'alcool serait considérablement diminuée. La durée de la fermentation varie de 2 à 5 jours, suivant la richesse en sucre de la macération et la vivacité avec laquelle la cuve a marché. Une fermentation trop courte indique toujours une faible production d'alcool. Il arrive quelquefois que dans certaines cuvées le chapeau ne descend pas, malgré la cessation ou la diminution considérable du dégagement d'acide carbonique. Lorsqu'on s'aperçoit de cet accident, il faut se guider d'après le dégagement de l'acide carbonique et distiller dès qu'il a beaucoup diminué ; car il ne cesserait tout à fait qu'après un temps très long et lorsque toute la masse serait en putréfaction. La macération, après la fermentation, prend le nom de vin ; lorsqu'on opère sur des quantités assez fortes et avec des cuves d'une grande capacité, il est convenable d'avoir à chaque cuve un gros robinet en cuivre ou en bois, au moyen duquel on lâche le vin fermenté dans un caniveau qui longe les cuves et va le conduire à un réservoir commun, d'où une pompe le monte dans l'appareil distillatoire. Dans les exploitations où l'on n'opère que sur de petites quantités et où par suite les cuves sont petites, on puise dans la cuve même au

moyen d'un seau pour charger l'appareil distillatoire.

Choix de la levure.

On concevra facilement combien il est important de bien choisir la levure, puisque c'est l'agent de la fermentation. Toute levure n'est pas également bonne, quelle que soit d'ailleurs sa pureté, et de plus, il arrive très souvent qu'elle est falsifiée par des mélanges frauduleux qui en augmentent le volume. La levure qui se dépose au fond des tonneaux de bière n'est pas bonne; elle a subi au contact de l'air, avant son dépôt, un genre d'altération qui la rend impropre à exciter la fermentation ; on ne doit se servir que de celle qui est rejetée par la bonde du tonneau lors de la fabrication de la bière. Une bonne levure a à peu près la couleur et la consistance d'une crème au café ; elle présente un reflet brillant ; au toucher elle est douce et onctueuse, et son odeur est celle de la biere nouvelle. Si on l'examine de près, on aperçoit à sa surface une foule de petits yeux allongés dont elle semble entièrement formée. Quelques chimistes ont considéré ces petits yeux comme de petits végétaux se reproduisant par bourgeonnement dans les circonstances favorables. Toute levure qui ne présentera pas un aspect homogène, qui contiendra des substances dures au toucher, qui paraîtra grumeleuse ou semblera salie à la surface, devra être rejetée comme falsifiée. On refusera également celle qui sera dans un état de fermentation très prononcé, ou au moins on aura égard à cet état en la recevant. Les marchands de levure y mêlent du sucre en poudre, qui se transformant en alcool sous l'action de la levure, produit cette fermentation tumultueuse dont nous venons de parler. L'acheteur inexpérimenté,

séduit par l'apparence de cette levure qui paraît si active, ne voit pas qu'il est doublement trompé ; d'abord l'activité de la levûre s'est considérablement affaiblie en agissant sur le sucre qu'on y a mêlé ; ensuite, la levure ainsi en mouvement est très soulevée, et lorsque le marchand la mesure, il gagne toute la quantité dont la fermentation l'a fait soulever ; de sorte que si on la laisse reposer et qu'on la mesure ensuite, on est loin de retrouver la quantité que l'on avait cru acheter. On doit aussi tenir la main à ce que la levure soit égouttée ; car il arrive souvent qu'elle contient une grande quantité de bière, qui, étant inutile pour établir la fermentation, occasionne une perte à celui qui l'a prise comme de la levure, et présente en outre l'inconvénient de tromper sur la mesure réelle de levure que l'on emploie pour une fermentation.

On éprouve souvent une grande difficulté à se procurer la levure dont on a besoin, de bonne qualité et en quantité convenable ; car il arrive précisément que la consommation devient le plus considérable au moment où la production se ralentit. D'un autre côté, on ne peut pas la transporter par la gelée, qui l'altérerait, ce qui est un grave inconvénient lorsqu'on est éloigné des lieux de production ; on se trouve alors dans la nécessité d'accepter toutes les falsifications ou les produits de mauvaise qualité que vous présentent les brasseurs ou les marchands de levure, et, en outre, on paie fort cher cette mauvaise levure, qui souvent n'agit pas du tout. C'est pour éviter les pertes qui sont la suite de cette nécessité, que plusieurs distillateurs prennent le parti de fabriquer leur levure eux-mêmes. Je vais indiquer un des procédés suivis dans les distilleries bien organisées.

On prépare une macération comme à l'ordinaire,

mais avec des pommes de terre de la meilleure qualité possible ; cette macération est portée de la cuve pour être traitée comme nous l'indiquerons tout à l'heure. D'un autre côté on prépare une décoction de houblon ; la proportion à employer est de 250 grammes de houblon par hectolitre de pommes de terre mises en macération. On laisse la décoction s'opérer pendant une heure environ, en ayant soin de couvrir le vase où elle se fait, pour s'opposer à un trop grand dégagement de vapeur, qui ferait volatiliser la partie aromatique du houblon, qui est la partie active. On tire la décoction à clair et l'on y ajoute 2 kil. 500 de farine d'orge germée et 1 kil. 500 de farine de sarrasin ou blé noir, par chaque hectol. de pommes de terre mise en macération; à ce moment la décoction de houblon doit avoir une température de 60 à 70°. On brasse le tout de manière à en former une bouillie très claire et bien homogène ; on verse alors cette bouillie dans la cuve qui contient la macération de pommes de terre, et l'on brasse pour obtenir un mélange exact ; on prépare un levain comme à l'ordinaire, mais avec une mesure double de très bonne levure, et l'on met la cuve en fermentation, comme nous l'avons indiqué. Si l'on est au commencement de la fabrication, on emploie pour ce premier levain de la levure de bière bien fraîche et de bonne qualité. Une fois que l'on est en marche, on se sert de sa propre levure. Cette mise en fermentation se fait ordinairement le soir ; dix heures après, c'est à dire le lendemain matin, on fait avec les mains un trou dans le chapeau qui s'est formé à la surface de la cuve, et l'on examine la portion liquide qui se trouve au-dessous et la marche de la fermentation ; on recommence la même opération de temps à autre, jusqu'à ce qu'on aperçoive la levure monter. Dès qu'elle monte,

on enlève le chapeau, que l'on jette dans l'une des cuves que l'on est en train de distiller ou bien dans l'alambic. On laisse monter la levure pendant quatre heures et on l'enlève avec une écumoire ; on la conserve dans des pots de terre ou de grès, à l'abri des variations atmosphériques et éloignée des substances en fermentation, des légumes, des fruits ; une cave à vin est parfaitement convenable pour cet objet. On continue à écumer la cuve de demi-heure en demi-heure, tant qu'elle produit de la levure, après quoi on la distille comme les autres cuves. On peut conserver la levure ainsi obtenue quinze jours et même plus ; il n'est cependant pas convenable de la conserver trop longtemps. Le houblon, que bien des distillateurs n'emploient pas dans cette fabrication de levure, ne contribue en rien à sa production, mais il lui communique la propriété de se conserver ; la levure obtenue sans houblon entrerait promptement en putréfaction; elle serait d'ailleurs d'une qualité bien inférieure.

VII. — Appareil de démêlage.

Le nombre des appareils de démêlage ou des cuves-matières est déjà tellement considérable, qu'il est permis de douter qu'il y ait nécessité de les augmenter. Presque tous les industriels et les constructeurs de machines qui se sont occupés de l'installation des brasseries et des distilleries, y ont établi un appareil de leur invention, parce qu'il n'est pas difficile d'apporter un changement ou un autre aux appareils déjà existants et de recommander ceux ainsi modifiés comme plus efficaces et plus parfaits. C'est à ces tentatives qu'on doit les appareils les plus compliqués, qui par le nombre de leurs engrenages et la variété de

leurs mouvements pourraient être comparés à la fameuse horloge de Strasbourg.

Il doit donc être permis d'apporter dans ces appareils quelques modifications, même quand on n'obtiendrait pas un meilleur résultat pour se rapprocher du but.

L'appareil le plus simple de démêlage est celui où l'on se sert d'un arbre vertical avec ailettes ou bras horizontaux. Cet appareil présente toutefois cet inconvénient, que la vitesse inégale avec laquelle les extrémités des bras se meuvent par rapport aux parties plus rapprochées de l'arbre détermine une séparation entre les portions les plus épaisses et celles les plus fluides du moût, ces dernières étant plus disposées à suivre le mouvement le plus rapide à la périphérie. tandis que celles concentrées se rapprochent de plus en plus de l'arbre. D'ailleurs, les grands bras dans les grands appareils dépensent beaucoup de force.

Le premier de ces défauts peut être corrigé en donnant aux bras une direction non pas rectangulaire, mais transversale par rapport à celle de l'arbre, de façon que les parties du moût ne soient plus agitées circulairement, mais chassées ou plaquées plus volontiers vers les bords de la cuve de démêlage, et par conséquent mélangées plus uniformément.

Cet appareil simple suffit complètement pour les petits établissements et les moûts peu denses, tels qu'on les prépare encore presque partout, d'après le procédé de brassage, dit méthode ancienne de Bavière. Mais pour les grands établissements et pour les moûts plus concentrés, qui deviennent de plus en plus en faveur, ou préparés d'après la méthode de brassage dite de Vienne ou de Schwelchat, cet appareil ne peut plus servir. Dans ce cas, l'emploi de deux arbres de

volant dans une cuve ovale, ainsi que M. Siemens l'a décrit à l'article Bière, dans la 2e édition de la traduction allemande de la *Chimie industrielle* de M. Muspratt, et dans les grandes cuves le raccourcissement ainsi produit des bras agitateurs a contribué à diminuer la résistance et à s'opposer, surtout, à la dissociation entre les portions épaisses et celles fluides du moût, attendu que la pénétration réciproque des bras des deux arbres opère un mouvement rapide mais uniforme dans tous les points de la cuve.

Toutefois, afin de surmonter plus facilement la résistance d'un moulinet pour les moûts concentrés, surtout lorsque par l'interruption du mouvement, ainsi que cela a lieu lors du démêlage dans les brasseries, les portions les plus épaisses du moût se concentrent dans le voisinage du moulinet, M. Siemens a cherché à faire que les bras de celui-ci puissent être ajustés suivant la grandeur de la résistance qu'ils ont à surmonter et qu'ils opèrent, c'est à dire mettent le moût en mouvement par leur face en couteau ou tranchante, ou par leur face plate suivant la résistance qu'ils ont à vaincre.

L'ajustement des bras du moulinet rend tout particulièrement propre cette disposition pour le démêlage ou le brassage des pommes de terre, parce qu'avant que la formation du sucre commence, la masse est très concentrée, mais ne devient bien fluide que postérieurement. Il devient possible, de cette manière, de préparer un moût concentré parfaitement propre à produire un fort rendement en alcool.

Cette disposition que M. Siemens a introduite dans la brasserie de l'Académie d'Hohenheim a été également appliquée dans plusieurs distilleries, grandes et petites, et avec les perfectionnements les plus récents

qui y ont été apportés, elle a rempli parfaitement le but désiré.

La figure 13, pl. 2, est une section par un plan vertical de cet appareil, et la figure 14 est une vue en plan.

A est une cuve-matière ovale, a^1 et a^2 les deux arbres verticaux des moulinets. Ces arbres sont commandés par un arbre horizontal b et par les engrenages coniques c^1, c^2 et d^1, d^2. Ils reposent dans le bas sur des crapaudines en acier e^1 et e^2 et dans le haut tournent dans des boîtes f^1 et f^2 disposées sur les traverses en bois g^1, g^2. L'arbre b est soutenu par trois coussinets h^1, h^2, h^3. Les coussinets h^1 et h^3 sont montés sur la paroi de la cuve, mais celui h^2 repose sur une barre qui unit entre elles et au milieu les traverses g^1, g^2. Ces trois points d'appui pour l'arbre b sont nécessaires pour donner de la fermeté à son mouvement. Cet arbre, d'ailleurs, est commandé par la poulie motrice i, et deux poulies folles k^1 et k^2 rendent possible, par l'emploi de deux courroies, dont l'une est croisée, de donner aux moulinets un mouvement en avant ou en arrière. L'appareil pour guider ainsi les courroies est arbitraire. Indépendamment de son prolongement pour recevoir les poulies, il convient encore de le disposer pour y caler une manivelle, afin de pouvoir mettre à la main l'appareil en mouvement, sans l'emploi de la commande, quand on veut nettoyer celui-ci.

Sur chacun des arbres a^1 et a^2 sont établis, comme agitateur ou moulinet, les deux chassis l^1, m^1, n^1, o^1 et l^2, m^2, n^2, o^2 qui se composent de bras en fer forgé l^1, m^1, l^2, m^2, et n^1. o^1, n^2, o^2 arrêtés fermement sur l'arbre, au moyen de clavettes ou de vis de calage. Les deux châssis du moulinet de l'arbre a^2 sont assujettis sur celui-ci, ainsi qu'on le voit dans la figure 14, à

angle droit avec ceux du moulinet de l'arbre a^1, et ils n'ont pas été représentés dans la figure 13. Les bras l^1, m^1 et n^1, o^1 sont reliés entre eux par les barres plates et verticales p, tandis que les deux bras n^1, o^1 *et* n^2, o^2 sont fermement assemblés entre eux par des barres rivées de l^2 en n^2 et de m^2 en o^2. C'est à ces deux barres verticales que sont assujetties, dans ce cas, les barres intermédiaires et horizontales p, et entre chacune des barres fixes consécutives p et p sont disposées d'autres barres r verticales dans l'aile de gauche et horizontales dans celle de droite. Ces barres ou volets ont, ainsi qu'on l'a rendu sensible dans la figure 13, des tourillons saillants sur lesquels sont calées de petites manivelles s.

Quant aux barres horizontales p, il existe aussi le long de l'arbre a^1 des manivelles s qui, pour chaque aile, sont combinées entre elles par une tige qu'on voit en u, fig. 14, et qui les manœuvre en commun sur cette aile. Un cercle x percé de trous, convenablement distancés, permet d'arrêter ces barres verticales avec une cheville, dans la position voulue. Une disposition analogue permet d'ajuster les barres horizontales de l'arbre a^2.

Lorsque les barres mobiles présentent leur arête en biseau en avant, c'est à dire dirigées dans la direction du mouvement des ailes du moulinet, celui-ci, même avec un moût très concentré, n'éprouve pas une trop forte résistance et, par conséquent, se trouve ainsi garanti contre les avaries ; mais aussitôt que la résistance diminue, soit par le plus grand état de fluidité qu'acquiert le moût, soit dans les brasseries par une nouvelle addition d'eau, soit enfin dans les distilleries par la formation du sucre qui se développe, on peut faire opérer à ces barres ou volets mobiles un mouve-

ment angulaire plus ou moins étendu, afin de travailler plus énergiquement le moût, mouvement angulaire qui les rapproche plus ou moins des barres fixes, de manière qu'il se forme entre ces deux sortes de barres des intervalles infundibuliformes, plus étroits en arrière, que le moût, dans la rotation des ailes, est obligé, par la pression, de traverser. Cette pression opère donc un mélange plus rapide et plus complet, ainsi qu'un démêlage plus parfait des diverses portions de la matière. L'action plus complète de l'appareil est sensible, surtout avec les moûts de pommes de terre. Une pression de ce genre, un froissement pareil déterminé par les positions successives qu'on donne aux barres mobiles, appliqués aux pommes de terres agglomérées, en déterminent promptement le démêlage et la distribution, ainsi qu'un mélange plus intime avec l'orge germée et moulue qu'on y a ajoutée, et par conséquent permet d'obtenir une réaction bien plus complète de ce malt sur la purée de pommes de terre.

Un examen plus attentif du mode d'action des appareils de démêlage employés jusqu'à nos jours ne tarde pas à faire comprendre les causes du travail peu satisfaisant qu'ils fournissent, puisqu'on constate aisément le temps pendant lequel les pâtons agglomérés des pommes de terre écrasées tournent sans utilité dans le moût sous l'influence de l'action du moulinet, surtout lorsqu'on n'imprime à celui-ci qu'un mouvement de circulation dans une seule direction, ainsi, par exemple que cela a lieu dans la cuve-matière de M. Hampel qu'on a recommandée dans ces derniers temps.

La diversité dans la direction et la position des barres verticales et horizontales des ailes du moulinet,

et surtout celle des volets ou barres mobiles dans le changement devenu possible dans la direction du mouvement de rotation de ce moulinet, déterminent une agitation du moût dans toutes les directions. Tandis qu'une aile, par la direction oblique de ses barres verticales, chasse le moût du centre vers la circonférence de la cuve, les barres de l'autre aile sont disposées de façon à le ramener de la circonférence vers le centre, et en outre les directions des barres couchées horizontalement provoquent dans ce moût un mouvement de bas en haut, ou au contraire, une pression de haut en bas de la bouillie de pommes de terre qu'on vient d'introduire ; tandis qu'avec d'autres appareils de mélange bien plus compliqués, les matières sont, ainsi qu'on l'a déjà dit, chassées et tournées longtemps avant d'être suffisamment divisées.

Quoique la machine soit établie en fer dans les pièces principales, elle exige cependant peu de travail à la forge et, par conséquent, son prix n'est relativement pas élevé. Lorsque les pommes de terre ont été écrasées par des cylindres, on peut très bien les apporter immédiatement sur les traverses g^1 et g^2.

Si on fait usage du nouvel appareil de broyage qui a été décrit, on obtient une dissolution bien plus complète de la fécule des pommes de terre, et en combinant avec l'appareil à débarrasser les tubercules de leur peau, des résultats qui remplissent toutes les conditions du problème.

VIII. — Réfrigération.

Réfrigérant à étages.

L'importance d'un refroidissement rapide du moût a fréquemment fourni l'occasion de rechercher com-

ment on pourrait parvenir à opérer ce refroidissement de la manière la plus simple possible. Un bon appareil réfrigérant était une nécessité d'autant plus pressante à Hohenheim qu'on manque, tant dans la distillerie que dans la brasserie, de l'espace suffisant pour y loger les appareils plats ou bacs ordinaires. Il a donc fallu avoir recours à un mode différent de refroidissement des moûts, et, à cet effet, on a fait pendant longtemps usage d'un réfrigérant dit en zigzag, qui se composait d'un bâti élevé en deux parties dans chacune desquelles sont disposées des surfaces inclinées en feuille épaisse de zinc, de manière qu'en rapprochant ces deux parties on pût former un canal plat et fermé, courant en zigzag. La séparation facile de ces parties rendait aisé le nettoyage complet de ce canal, et tandis que le moût qu'il s'agissait de refroidir et qui provenait d'un récipient placé au-dessus et distribué ou divisé par un appareil qu'on décrira plus loin, s'écoulait par ce canal, un ventilateur chassait dans celui-ci un courant d'air de bas en haut. Toutefois, cette disposition ne permettait pas d'atteindre un refroidissement rapide que d'environ 25° C., de façon qu'on avait encore besoin de refroidir avec l'eau, ce qui s'opérait au moyen d'un double serpentin du modèle de celui qu'on connaît sous le nom de réfrigérant de Babo, employé dans les distilleries.

Les résultats peu satisfaisants de cet appareil réfrigérant provenaient du défaut d'un contact intime de toutes les portions du moût avec l'air, puisqu'il n'y avait que la couche supérieure de la nappe épaisse qui se trouvât en contact avec cet air. On a donc cherché expérimentalement à obtenir un refroidissement plus complet en amenant le moût dans un cône couché et en imprimant à celui-ci un mouvement de rotation

assez rapide pour que le moût se distribuât en une couche mince à la surface concave et interne du cône, tandis que le ventilateur chassait dans celui-ci un vif courant d'air, l'élargissement du diamètre favorisant d'ailleurs le transport du moût de l'orifice le plus étroit vers celui plus ouvert. Cette disposition, établie à Hohenheim sur une petite échelle, sembla promettre les meilleurs résultats. Mais son emploi en grand dans la distillerie de M. Barnbüler, à Hemmingen, pour le refroidissement du jus cuit de 400 quintaux métriques de betteraves par jour, échoua par le défaut d'une force suffisante pour faire tourner le cône uniformément, uniformité qui est nécessaire dans ce cas pour empêcher le jus de mousser et prévenir ainsi une perte. Cet appareil, par suite de ce défaut, a donc été remplacé par une simple gouttière couverte dans laquelle le jus coule sur des tablettes en métal, en sens inverse d'un courant d'air, ce qui a permis d'atteindre le but de la manière la plus simple.

Mais tandis que cet appareil réussissait pour refroidir le jus de betteraves, il n'a fourni que des résultats peu satisfaisants pour le refroidissement du moût concentré de pommes de terre. On a observé qu'une masse d'une aussi grande consistance se refroidissait, il est vrai, à la surface, mais que les couches internes ne perdaient nullement de leur température.

Cette observation a conduit à établir le réfrigérant à étages, bien simple, dont on va présenter la description, où le liquide coule sur des marches ou gradins, tandis que le vent pénètre à travers ces gradins ou par les espaces qui séparent ceux-ci. Ce courant divise le moût qui tombe d'un gradin sur l'autre, et se trouve mis ainsi en contact intime avec lui, en même temps que dirigé dans le même sens que celui où coule

le moût, il l'empêche de s'accumuler sur les gradins.

La figure 15, pl. 2, présente une section verticale de ce réfrigérant, et la figure 16, pl. 2, est le plan principalement de la disposition pour l'égale distribution des moûts, telle, du reste, qu'on l'employait déjà dans les anciens réfrigérants en zigzag.

Le réservoir A sert à recevoir les moûts qu'on se propose de rafraîchir. La capacité B renferme les étages, et C est le ventilateur qui amène l'air. Le tout peut se construire très bien en fer qu'on recouvre d'un bon enduit au minium de fer pour le préserver de la rouille. Il existe trois étages présentant chacun sept gradins ou marches disposés l'un sur l'autre, afin d'amener à maintes reprises le vent en contact avec le moût. Ces gradins ont une légère inclinaison d'arrière en avant. Leur longueur est, à Hohenheim, de $0^m.45$ sur une largeur de $0^m.25$. Afin d'empêcher que le moût ne coule en masse sur ces gradins, ceux-ci sont partagés en dessus par deux baguettes ou nervures *f*, *f*. Le moût, élevé au moyen d'une pompe de la cuve de démêlage dans le réservoir A, coule par les orifices *a*, *a*, *a* sur le premier gradin de l'étage supérieur. Afin de régler son écoulement, ces orifices sont surmontés de bouchons *b* qu'on peut soulever au moyen de l'arbre à cames *c* et des mentonnets *d*. C'est en ajustant la longueur de ces mentonnets qu'on règle ou détermine l'élévation ou le temps pendant lequel les orifices *a* doivent rester ouverts. Un poids en plomb attaché en *e* au bouchon *b* permet d'écraser les portions grossières du moût qui, parfois, s'engagent dans les orifices, chose qui arrive assez fréquemment avec les moûts ordinaires de pommes de terre, et par la chute du bouchon de les chasser, afin d'entretenir l'écoulement régulier de ce moût. L'arbre à cames C est mis

commodément en mouvement par une poulie à corde *p* commandée par la transmission. Si on donne à cette poulie, ainsi qu'on le voit dans la figure 16, des gorges différentes, on peut, par ce moyen et suivant la température de l'air, régler en conséquence l'écoulement. En moyenne, cette poulie fait, à Hohenheim, 20 tours par minute.

Ainsi qu'on le voit dans la figure 15, le gradin supérieur de chaque étage est un peu plus incliné que les autres, afin de provoquer une répartition plus complète du moût. Le corps du réservoir A penche aussi un peu du côté du ventilateur. Le fond est légèrement relevé dans les angles inférieurs, afin que le moût coule plus clair en *g* et que le nettoyage soit plus facile. Pour ce dernier objet, les deux longues parois de la caisse B sont disposées pour pouvoir être enlevées ou du moins pour ouvrir et fermer en deux battants comme une porte.

Au moment où le jus s'écoule par la décharge *g*, il est conduit immédiatement par un tuyau dans la cuve à fermentation.

Rien n'est plus facile, avec ce réfrigérant, d'abaisser la température du moût à 25° C. Dans la distillerie d'Hohenheim, le refroidissement du moût préparé avec 3 quintaux métriques de grains et 10 quintaux de pommes de terre s'accomplit en 45 minutes, malgré qu'on se serve comme ventilateur du simple volant d'un tarare. Avec une plus grande vitesse dans le mouvement du ventilateur, il est certain qu'on refroidirait dans le même temps une bien plus grande masse de ce liquide.

Un refroidissement rapide et un contact intime avec l'air exercent l'influence la plus favorable sur la fermentation. C'est une circonstance qui se manifeste de

la manière la plus frappante dans la fabrication de la bière par la production d'une boisson très claire ou plus pure et blanche. Le réfrigérant à étages est employé, à Hohenheim, au refroidissement des moûts, de façon que les gradins, qui sont au nombre de 21 et en fonte, sont disposés dans une gouttière commune, et le moût coule immédiatement de la bassine sur les gradins, tandis que le vent pénètre par les intervalles de ceux-ci. Le moût se refroidit ainsi à peu près à 25°, température à laquelle, et jusqu'à son entier refroidissement, il s'éclaircit et précipite un dépôt bien cohérent.

Un refroidissement rapide et un contact intime avec l'air, une construction économique, la possibilité d'un nettoyage facile et d'un emplacement borné, recommandent assurément ce réfrigérant, malgré qu'il n'atteigne pas l'effet du réfrigérant des moûts imaginé par M. Louis Siemens.

IX. — Observations sur la cuverie.

Soins à y apporter.

On doit apporter le plus grand soin à maintenir la propreté la plus scrupuleuse dans la cuverie et dans tous les ustensiles qui servent à la manipulation des macérations. Les cuves doivent être lavées avec un soin scrupuleux à l'intérieur et même à l'extérieur ; on se sert à cet effet d'un balai un peu dur ou mieux d'une brosse de tonnelier, garnie de crins aux deux bouts, pour pouvoir atteindre dans les angles. Le sol de la distillerie doit, comme je l'ai déjà dit, être uni et disposé de façon à laisser écouler l'eau de lavage des cuves ; il est formé soit de briques posées de champ et

cimentées, soit d'un pavé de pierres plates, soit d'un ciment, soit encore de bitume. Les murs, le plafond doivent aussi être maintenus dans un grand état de propreté. L'humidité constante de la cuverie ne permet pas d'employer le plâtre pour le plafond ; un plancher joint avec soin et cloué sous poutre aura le double avantage de préserver la charpente de la pourriture que provoquerait l'humidité qui s'élève des cuves, et de faciliter le maintien de la propreté. Si l'on peut ménager à l'une des extrémités de la cuverie une cheminée s'ouvrant dans le plafond pour établir à volonté une ventilation, on fera bien de le faire ; dans le cas contraire, il conviendra d'avoir des moyens de ventilation dans les ouvertures qui donnent du jour à la cuverie ; ces jours devront, autant que possible, être plus élevés que les cuves et s'ouvrir par le haut, de manière à ne pas faire arriver l'air directement sur les cuves. On devra ventiler chaque fois que le besoin s'en fera sentir ; car rien n'est plus nuisible aux fermentations que les émanations putrides ou acétiques, qui ne manquent pas de se faire sentir dans une cuverie qui n'est pas très propre et qui n'a pas été ventilée.

Après avoir lavé les cuves à l'eau chaude, on y passe ordinairement un lait de chaud pour neutraliser l'acide acétique formé, dont le bois peut être imprégné. Quelques distillateurs laissent la cuve recouverte de la chaux qui y est restée adhérente par suite de la dessiccation du lait de chaux ; c'est un tort : les alcalis paraissent favoriser la formation de l'huile essentielle de pomme de terre, qui, outre l'inconvénient qu'elle a de donner un nouveau goût à l'eau-de-vie, présente encore celui de se former à ses dépens ; les alcalis d'ailleurs, comme on le sait, favorisent la fermentation

putride ; il est bon, après quelques instants de contact du lait de chaux avec la cuve, de l'enlever par un rinçage à l'eau claire. On n'est nullement d'accord sur l'opportunité de couvrir les cuves ; les uns regardent cette précaution comme très essentielle, les autres la considèrent comme nuisible. Chacun dans ce cas agira suivant ses propres inspirations ; mais dans le cas où l'on couvrirait les cuves, il faudra avoir le plus grand soin de nettoyer les couvercles et de les débarrasser de l'eau qui vient se condenser à leur surface inférieure pendant la fermentation, et les imprégner d'émanations ammoniacales ou acétiques dont elles sont chargées.

Bien qu'en théorie la cuverie doive être maintenue de 20° à 25° C., je n'ai jamais vu d'inconvénient à la laisser descendre à 15°, car les cuves ont une température qui leur est propre, et qui est le résultat de la fermentation ; il suffit alors que la déperdition de chaleur ne soit pas assez considérable pour les refroidir ; aussi j'ai remarqué que la température de 15°, bien préférable à celle de 20° ou 25° pour la santé des ouvriers, et bien moins coûteuse à conserver, est suffisante. On ne devrait cependant pas descendre au-dessous de ce terme, et même dans ce cas, il est convenable de mettre les cuves en levain à 25° ou 30°. La température de la cuve s'équilibre ensuite lorsque la fermentation est en marche.

Excès de fermentation. — Remède.

Jusqu'à présent un des meilleurs moyens qu'on ait trouvés pour s'opposer à un excès de fermentation dans les moûts pour la fabrication de l'eau-de-vie de pommes de terre, a consisté en une addition d'orge

ou de malt d'orge concassées qui rendent alors ce moût plus fluide, et ont pour effet de diminuer la ténacité des écumes qui montent à sa surface, et qui dès lors se résolvent plus aisément. Depuis quelque temps, on a employé dans la distillerie de Blansko en Hongrie, un autre moyen purement mécanique et qui est fondé sur cette considération que les écumes qui s'élèvent consistent en bulles remplies d'acide carbonique, et qu'en ouvrant ces bulles le gaz doit s'en dégager, et par conséquent que les écumes et la levure doivent aller au fond. L'ouverture des bulles s'exécute en les coupant, c'est-à-dire en opposant aux bulles, à mesure qu'elles s'élèvent, plusieurs lames minces disposées parallèlement les unes aux autres et à des distances égales entre elles sur les parois de la cuve à fermentation. Ces lames peuvent être en bois. Aussitôt que les bulles arrivent sur les couteaux et s'y trouvent comprimées entre eux, elles crèvent, se débarrassent du gaz qu'elles renferment, et la levure retombe au fond. Tous ces couteaux sont disposés sur un cadre, et on ne les introduit dans la cuve à fermentation qu'au moment où le chapeau commence à se former. Des chevilles pointues, disposées en râteau ou autrement, remplissent le même but.

X. — Résidus de l'alcoolisation des pommes de terre.

Dans les exploitations agricoles, un produit important des distilleries, qui constitue souvent à lui seul tout le bénéfice de la fabrication, se compose des résidus ; précieuse ressource pour nourrir et engraisser le bétail à cornes, à une époque de l'année où les pâtu-

rages manquent, ainsi que la ressource du trèfle et de la luzerne en vert.

Les résidus de la distillation épuisés, sont reçus, à leur sortie des œufs, dans une rigole couverte en bois ou en maçonnerie, qui les conduit hors de l'atelier dans un réservoir disposé à cet effet. On les puise dans ce réservoir pour les mélanger avec de la petite paille de blé ou d'avoine, des siliques de colza, de la paille hachée, etc. Il est bon d'avoir deux réservoirs, et de les vider entièrement chaque fois qu'ils ont été remplis. Sans cette précaution, il se forme un dépôt de matières épaisses dans le fond, qui s'aigrit et peut finir par se corrompre. Les résidus, mêlés à de la petite paille, conservent une température élevée, beaucoup plus longtemps que lorsqu'ils sont purs ; on ne doit pas les donner au bétail trop chauds ; on laissera le mélange se refroidir et la petite paille se macérer le temps convenable. Trop chauds, les résidus offrent quelques dangers ; trop froids, ils ne sont pas aussi actifs pour l'engraissement.

Une faible ration de foin et de la paille à discrétion suffisent au bétail mis à ce régime, dans les premiers temps de l'engraissement ; plus tard, on augmente la ration de foin, et l'on ajoute aux résidus des tourteaux de graines oléagineuses.

Il arrive quelquefois que, dans les premiers jours, les animaux qui reçoivent ces résidus ne paraissent pas s'en soucier, surtout lorsqu'ils en reçoivent pour la première fois ; on ne doit pas s'en inquiéter, ils s'y habituent bien vite et finissent par les préférer à toute autre nourriture.

100 kilog. de pommes de terre donnent assez de résidus pour la nourriture de trois têtes de gros bétail de forte race. On ne doit pas les garder au delà de 3 à 4

jours ; après ce temps ils s'aigrissent, et peuvent même entrer en putréfaction.

On emploie également les résidus de distillerie à la nourriture des vaches laitières, et à l'élève des cochons; néanmoins, ces derniers animaux ne peuvent pas s'engraisser avec cette nourriture, il faut y ajouter des substances plus riches, telles que du grain, des tourteaux, des féveroles. Quant aux vaches laitières, les résidus de distillerie paraissent leur convenir particulièrement, et la production du lait, jointe à une distillerie de pommes de terre, est une spéculation très lucrative lorsqu'on a un débouché pour ce produit.

Au reste, il en est de la distillation comme de toute autre industrie ; celui qui voudra s'y livrer devra se rendre un compte exact des circonstances locales, des prix d'achat et de vente, et ne se déterminer qu'après s'être assuré par des chiffres qu'il peut réaliser un bénéfice suffisant pour faire face à toutes les éventualités.

D'après des analyses toutes récentes du Dr Maerker, les drèches de distilleries de pommes de terre auraient une valeur de 14 fr. 13 par hectolitre d'alcool, ces drèches renfermant les substances suivantes, auxquelles on attribue les prix des composants dans les pulpes de betteraves :

Matières azotées	14 k. 600 × 0.60	=	8 fr. 75
— grasses	2 » 100 × 0.18	=	0 » 38
— hydrocarbonées	45 » 500 × 0.10	=	4 » 55
— minérales	9 » 000 × 0.05	=	0 » 45
			14 fr. 13

XI. — Importance de la pomme de terre au point de vue de la distillerie agricole.

De même que la betterave, la pomme de terre a aujourd'hui une grande importance au point de vue de la distillerie agricole, et cela, non seulemeut par les quantités d'alcool qu'on peut en tirer, mais encore par les résidus qu'elle laisse, ces derniers comprenant non seulement les pulpes ou drèches dont il vient d'être question, mais encore les vinasses sortant de l'appareil distillatoire. Pour faire voir toute cette importance, nous ne saurions mieux faire que de reproduire ici la note présentée à ce sujet par M. Aimé Girard à l'Académie des sciences, le 24 novembre 1890 :

« En entreprenant les recherches que je poursuis depuis six années sur l'amélioration de la culture de la pomme de terre en France, études qui aboutissent en ce moment à la transformation de cette partie de notre domaine agricole, j'avais comme objectif principal de préparer à la distillerie de pommes de terre, dans notre pays, une situation comparable à celle qu'elle occupe en Allemagne.

La distillerie, d'ailleurs, ne devait pas être seule à profiter des améliorations obtenues : la féculerie, l'alimentation du bétail y devaient également trouver leur profit.

Les résultats culturaux que j'ai obtenus permettent de considérer comme définitivement résolue la question de l'abondance et de la richesse de nos récoltes en pommes de terre.

L'application de ces récoltes à la production de l'alcool appartient dès lors à la technologie agricole.

Pour éclairer nos cultivateurs sur les avantages économiques de cette application, il était nécessaire de soumettre dans une ferme française, la distillation de la pomme de terre au contrôle scientifique. C'est ce que j'ai pu faire, grâce à la libéralité d'un agriculteur distingué, M. Michon, de Crépy-en-Valois, qui, dès l'année dernière, au retour d'un voyage en Allemagne, avait installé, à côté de sa distillerie de betteraves, le matériel de la distillerie agricole de la pomme de terre, et qui, cette année, a bien voulu m'accepter comme collaborateur.

C'est à la fin de la campagne de 1889-90 que notre travail a commencé ; il a duré deux mois, du 29 mars au 1er juin, mais c'est au travail d'avril seulement qu'il convient de donner attention. En mai, les pommes de terre étaient germées, altérées de diverses manières, et ne donnaient plus que des résultats inférieurs.

La solution de la question devait comprendre trois phases successives :

1° L'établissement du rendement de la pomme de terre en alcool et en vinasses ;

2° L'examen des qualités de cet alcool et de ces vinasses ;

3° L'emploi des vinasses à l'alimentation du bétail.

De ces trois phases, la première devait se poursuivre à la distillerie, la seconde au laboratoire, la troisième à la ferme.

Je m'occupai d'abord de la production de l'alcool et de la vinasse.

Sur le procédé même, suivi par M. Michon, je ne dirai qu'un mot. Au début du travail, la valeur alimentaire de nos vinasses n'était pas établie ; préoccupé d'assurer cette valeur, imitant l'exemple des distillateurs allemands, M. Michon a, pour la plus grande

partie de ce travail, associé à la pomme de terre un sixième de son poids de maïs. Il en a été ainsi du 30 mars au 29 avril et du 2 mai au 1er juin ; mais, au milieu même des opérations, pendant trois journées consécutives, et pour bien éclairer la question, l'addition de maïs a été supprimée et la distillation opérée sur des moûts de pommes de terre seulement.

La pomme de terre employée était de la variété *Chardon*, de richesse moyenne, contenant environ 16 °/₀ de fécule ; le maïs était avarié et de qualité inférieure, l'agent de la saccharification était le seigle malté.

Du 29 avril au 1er mai inclusivement, on a cuit et distillé 12.000 kgr. de pommes de terre, additionnées d'une quantité de malt représentant 560 kgr. de seigle ; à la colonne, on a recueilli 1.472 litres d'alcool compté à 100°.

En déduisant de ces 1.472 litres la quantité afférente aux 560 kgr. de seigle malté, soit 126 litres, il reste au compte de la pomme de terre 1.346 litres d'alcool à 100°. C'est un rendement de 11 litres 216 d'alcool par 100 kilogrammes de tubercules.

Du 30 mars au 29 avril, on a cuit et distillé 78.000 kgr. de pommes de terre additionnées de 14.500 kgr. de maïs et d'une quantité proportionnelle de seigle malté ; on a recueilli à la colonne 14.907 litres d'alcool compté à 100 degrés C. En déduisant de ce chiffre l'alcool afférent au maïs employé (33 litres 5 par 100 kgr., d'après les essais directs faits par M. Michon dans les mêmes appareils) et au malt, il reste au compte de la pomme de terre 8,700 litres d'alcool. C'est un rendement de 11 litres 17 par 100 kgr. de pommes de terre.

A la suite de ces essais, la question de l'emploi pour la distillerie agricole, de nos pommes de terre françaises, pouvait être considérée comme résolue. Cepen-

dant, et d'accord avec mon collaborateur, M. Michon, j'ai cru devoir attendre quelque temps avant d'en faire connaître les résultats. La variété traitée était, en effet, de la *Chardon*, contenant à peine 16 °/o de fécule, et pour rendre le succès économique plus saisissant, il convenait d'attendre les résultats fournis par la distillation des variétés riches comme la *Richter's Imperator*.

J'ai pu, dans ces derniers jours, et grâce à la collaboration d'un de nos distillateurs les plus expérimentés, M. Maquet, de Fère-Champenoise, obtenir des résultats de cet ordre.

Au moment où il venait de mettre en route l'usine où il compte, cette année, distiller 90.000 à 100.000 kgr. de pommes de terre *Imperator*, additionnées de maïs et de seigle malté, M. Maquet a bien voulu, pendant quelques jours, travailler sans addition de grains. En cinq opérations égales, 7.500 kgr. de pommes de terre *Imperator*, riches à 20.9 °/o de fécule anhydre, ont été traités, qui, déduction faite de l'alcool fourni par le malt, ont produit 1.088 litres d'alcool (à 100°). C'est un rendement de 14 litres 33 par 100 kgs. de pommes de terre, un rendement qui, par conséquent, équivaut à celui que fourniraient 40 kgr. de maïs ou 250 kgr. de betteraves au moins,

C'est, en un mot, en comptant le rendement de la pomme de terre *Imperator* à 30.000 k. seulement, une production de 4.300 litres d'alcool (à 100°) par hectare; semblable résultat agricole n'avait jamais été atteint jusqu'ici.

A la production des 14 lit. 33 d'alcool que fournissent 100 kgr. de pommes de terre, correspond d'ailleurs l'écoulement, à la colonne, de 170 à 180 hectolitres de vinasses propres à l'alimentation du bétail.

Les flegmes, riches à 92 °/₀ d'alcool, obtenus chez M. Michon par la distillation des pommes de terre, ont été soigneusement étudiés, à ma demande, par M. Lindet, professeur suppléant à l'Institut agronomique, qui a acquis en ces matières une compétence spéciale. *A priori*, il était permis de croire aux qualités de ces flegmes ; c'est un fait connu, en effet, que, sur le marché des alcools, leur prix dépasse de 10 à 12 °/₀ le prix des autres flegmes.

L'expérience a démontré à M. Lindet qu'il en est bien ainsi. D'après lui, ces flegmes sont aussi purs que les meilleurs produits de betteraves ou de grains. Le flegme de pommes de terre de M. Michon a été spécialement comparé par lui avec un flegme de betteraves obtenu par celui-ci dans les mêmes conditions et à l'aide des mêmes appareils, et il a observé que le flegme de pommes de terre, quoiqu'il contînt plus d'huile de fusel que le flegme de betterave ($1^{cc},5$ au lieu de $0^{cc},5$ par litre), était plus facile à rectifier, donnait un alcool plus neutre, et se rapprochait ainsi du flegme de grains. Cette observation est d'accord avec l'opinion des personnes les plus compétentes dans l'art de la rectification.

C'était, d'autre part, une question d'un intérêt capital que celle de la composition des vinasses et de leur valeur alimentaire. Des travaux importants, il est vrai, ont été faits en Allemagne sur ce sujet, mais les résultats qu'ils ont fournis ne sauraient avoir aux yeux de nos agriculteurs la même valeur que des travaux exécutés en France et sur des produits mêmes de notre sol.

Aussi ai-je apporté un soin particulier à l'étude des vinasses recueillies chez M. Michon, à la suite du travail soit sur pommes de terre seules, soit sur pommes

de terre additionnées d'un sixième de maïs ; et, pour rendre cet examen plus fructueux, les ai-je comparées à une vinasse de maïs que M. A. Collette fils, de Seclin (Nord), avait bien voulu mettre à ma disposition.

Les résultats fournis par l'analyse ont été les suivants :

	VINASSES DE		
	Pommes de terre seules	Pommes de terre et maïs	Maïs seul
	—	—	—
Eau....	94.80	92.95	93.00
Matières solubles :			
Glucose....................	0.22	0.26	0.05
Dextrine ou analogues.....	0.72	0.48	0.47
Matières azotées...........	0.46	0.53	0.43
— organiques autres.	1.41	1.41	1.61
— minérales	0.42	0.96	0.31
TOTAL...........	3 23	3.64	2.87
Matières insolubles :			
Matières grasses..........	0.04	0.34	0.53
Cellulose..................	1.49	1.85	1.77
Ligneux azoté.............	0.32	0.66	1.26
Matières minérales........	0.05	0.20	0.05
TOTAL...........	1.90	3.05	3.71
TOTAL GÉNÉRAL..	5.13	6.69	6 58

Pour fixer la valeur alimentaire correspondant à ces compositions, j'ai adopté les coefficients en usage

en Allemagne pour les diverses matières utiles que les vinasses contiennent, en leur appliquant les mercuriales indiquées par M. Wolff pour l'année 1890. Calculée d'après ces données, la valeur alimentaire des trois vinasses analysées peut être représentée par les chiffres suivants :

	L'hectol.	
Vinasse de pommes de terre seules..	0 fr.	860
— de pommes de terre et maïs	1	222
— de maïs seul...............	1	570

Ce qui revient à dire que la valeur alimentaire de la vinasse de pommes de terre comptée en argent représente la moitié de la valeur alimentaire de la vinasse de maïs.

Pour ne parler que de la première, la production en étant de 1 hectol. 80 par 100 kgr. de pommes de terre mises en œuvre, son emploi à l'alimentation du bétail apporte, au prix de revient, une décharge de 0 fr. 86 $\times$ 1.8 = 1 fr. 54 par 100 kgr. de tubercules.

La valeur alimentaire de cette vinasse a d'ailleurs été mise en évidence par la pratique de M. Michon. Pendant deux mois, vingt-quatre bêtes bovines ont, à l'étable, vécu d'une ration dans laquelle chaque jour 50 litres de cette vinasse venaient s'ajouter à une proportion soigneusement calculée de pulpe de betteraves et de foin. Acceptée avec plaisir par les animaux, cette ration a fourni, au point de vue de leur entretien, et même de leur engraissement, des résultats excellents. En résumé, l'opinion qui faisait considérer comme impossible le succès en France de la distillerie agricole de pommes de terre doit être regardée comme un préjugé. Du fait de l'amélioration dans notre pays de la culture de la pomme de terre, nous possédons en France une matière première égale à celle qui a donné

à la distillerie agricole allemande une si grande situation ; et, d'autre part, nous n'avons, ainsi que l'ont montré MM. Michon et Maquet, rien à envier à nos voisins sous le rapport des procédés techniques.

Dès aujourd'hui la distillerie agricole de la pomme de terre peut donc vivre en France, à côté de la distillerie agricole de betteraves.

CHAPITRE III

ALCOOLISATION DU TOPINAMBOUR ET DE L'ASPHODÈLE

I. — Culture du topinambour.

Le topinambour (Helianthus tuberosus) est originaire du Mexique. C'est une plante très rustique, qui peut être cultivée sous tous les climats.

Le topinambour a des racines vivaces et des tiges annuelles ; celles-ci sont cylindriques, semi-ligneuses, plus ou moins rameuses et couvertes de poils ; leur hauteur varie entre 1 m. 50 et 2 m. 50. Ses feuilles, nombreuses, sont ovales, pointues, dentées et rugueuses. Les fleurs du topinambour sont radiées en corymbe, elles ressemblent à de petits soleils. A la base des tiges et au milieu des racines, se trouvent les tubercules, qui sont plus ou moins pyriformes, irréguliers, et munis de bourgeons. Ces tubercules résistent aux plus grands froids et aux sécheresses les plus prolongées. Ils ont une saveur douce et sucrée.

On ne cultive pas beaucoup le topinambour en

France, et cependant, c'est une culture très facile et une plante très productive. Cela provient de ce qu'il se reproduit perpétuellement sur le même terrain, grâce à ses racines vivaces, aussi est-il difficile de les faire disparaître des terres où on l'a cultivé pendant quelques années.

Le topinambour végète sur toutes les terres, excepté sur les sols humides à sous-sol imperméable ; néanmoins, il préfère les terrains sablonneux. Cette plante n'est nullement exigeante en ce qui concerne la fertilité des terres et réussit très bien sur les sols pauvres et de mauvaise qualité.

Le topinambour se propage à l'aide de tubercules. La plantation se fait à la fin de l'hiver, ou bien même en automne. C'est à la bêche qu'on exécute la plantation, comme pour les pommes de terre, 12 à 20 hectolitres suffisent pour un hectare.

Les lignes sont espacées de 50 à 60 centimètres et les tubercules sont placés à 30 centimètres sur les lignes. On les enterre le plus souvent à 15 centimètres de profondeur, quelquefois moins.

Lorsque les pousses se montrent, on donne un vigoureux hersage, puis on donne des binages et un buttage.

L'arrachage des tubercules se fait du 15 novembre au 15 mars, soit à la houe, soit à la charrue. Comme ceux-ci se conservent mal, on les récolte le plus souvent au fur et à mesure des besoins. On peut obtenir de 20.000 à 30.000 kilogrammes par hectare.

II. — Composition du topinambour.

La composition des tubercules varie suivant l'époque de l'arrachage. Elle a quelque analogie avec celle de la pomme de terre, néanmoins la fécule y est

remplacée par une substance très voisine appelée *inuline ;* on y trouve aussi du glucose et enfin 1 à 3 p. 100 de matières azotées.

D'après les analyses de MM. Payen, Poinsot et Ferry, les tubercules de topinambour renferment :

Eau........................	77.55
Sucre et glucose............	14.70
Albumine et analogues.......	3.12
Cellulose...................	1.86
Inuline.....................	0.92
Acide pectique..............	0.37
Sels minéraux...............	0.20
Divers et pertes	1.28
	100.00

Inuline. — L'inuline, dans le topinambour, se trouve en quantité variable, on en trouve jusqu'à 3 p. 100, mais cette substance diminue rapidement et disparaît même vers le mois de février.

L'inuline $C^{24} H^{20} O^{20}$ ne se trouve pas seulement dans les topinambours, on la rencontre encore dans les tubercules de dahlia, et dans quelques lichens.

Elle est constituée par des granules ne présentant pas l'organisation de ceux de la fécule. Elle donne avec l'eau chaude une dissolution précipitable par l'alcool. De plus, l'eau iodée colore l'inuline, non plus en bleu, mais en brun fugace. L'ébullition, en présence des acides étendus, transforme l'inuline en lévulose.

III. **Production de l'alcool de topinambour.**

MM. J. Fritsch et E. Guillemin ont particulièrement étudié l'alcoolisation des tubercules de topinambour,

et c'est en grande partie à leur travail que nous emprunterons les données qui suivent. Dans ces dernières années, de nombreuses tentatives ont été faites tant en France qu'à l'étranger, en vue de l'alcoolisation de cette plante, et nous pouvons dire que les usines qui ont été montées dans ce but sont généralement satisfaisantes tant au point de vue du rendement en alcool que de la bonne qualité des pulpes ou résidus solides.

Dans la pratique industrielle, on a longtemps considéré la distillation du topinambour comme identique à celle de la betterave, et opéré de même avec un montage analogue. On avait seulement observé que les rendements obtenus n'étaient pas en rapport avec ceux qu'on était en droit d'attendre, étant donnée la teneur en matières saccharifiables du tubercule, mais sans pouvoir préciser la cause de ces irrégularités de rendement, ni en prévenir le retour. La composition du topinambour, en tant que plante saccharifère, présente avec celle de la betterave une différence essentielle, la matière sucrée n'existant pas, comme dans cette dernière racine, à l'état de sucre parfait et soluble, ni à l'état de glucose comme on l'a cru longtemps. C'est à MM. G. Ville et Joulie que l'on doit de connaître actuellement la véritable nature des matières alcooligènes contenues dans le topinambour, et qu'on nomme *lévuline* et *inuline*, la première de beaucoup la plus importante. Ces savants ont spécialement porté leur attention sur les conditions les plus favorables à la fermentation, sous le rapport de l'acidification, de la levure et de la température pour obtenir le maximum de rendement alcoolique.

D'une manière générale, on a observé que les tubercules petits ou moyens étaient plus riches en prin-

cipes sucrés que les gros tubercules, et procuraient un rendement alcoolique plus élevé.

Lavage. — Le topinambour est sillonné de creux dans lesquels se logent de la terre et des pierres, qui ne peuvent être enlevés que par un lavage très énergique. Cette opération doit donc être particulièrement soignée.

La quantité d'eau nécessaire au lavage des topinambours est très variable suivant la nature des terres qui ont produit les tubercules, et l'état du temps lors de l'arrachage qui les laisse plus ou moins chargés de terre.

On doit compter au minimum 4 à 5 hectolitres d'eau par 1.000 kgr. de topinambour travaillés, et cette quantité peut varier du double au triple, et même davantage dans certaines années et avec les terres fortes.

Lorsque la quantité d'eau dont on dispose est limitée, on peut l'économiser, en faisant déposer l'eau boueuse sortant du laveur dans de grands bassins où la majeure partie de la terre se sépare, ce qui permet d'utiliser à nouveau, après cette opération sommaire, la même eau pour le premier lavage des tubercules.

IV. **Examen des divers procédés de travail du topinambour.**

La distillation du topinambour est une industrie nouvelle ; non pas qu'on ait découvert récemment que ce tubercule renferme des produits hydro-carbonés générateurs de l'alcool, en quantité assez notable pour mériter l'exploitation industrielle ; les travaux de Payen et de Boussingault avaient depuis longtemps fixé l'attention sur ce point ; des analyses anciennes de ces savants, et des rendements de laboratoire dont on

ne pouvait nier l'authenticité, établissaient que le topinambour peut concurrencer la betterave, et même avec avantage, dans la production de l'alcool ; quelques rares usines marchent même en France depuis de longues années, mais elles restaient l'exception ; le mouvement n'était pas là, la betterave seule alimentait la distillerie agricole. Aujourd'hui, la distillation du topinambour se développe à pas de géant ; sa culture facile, s'accommodant de tous les climats et de tous les terrains, le besoin toujours croissant de nourriture pour l'élevage, et par suite l'amélioration des terres, expliquent cette faveur qu'on doit économiquement encourager.

Comme toute industrie naissante, celle-ci a bientôt excité l'émulation des techniciens ; chacun apportant son idée et cherchant à obtenir, avec la plus grande simplicité, le maximum de rendement possible, d'où le grand nombre de procédés qui ont presque simultanément vu le jour.

Procédé E. Reboux. — Saccharification des mouts de topinambour. — Ce procédé consiste à saccharifier les moûts de topinambour sous pression ou à l'air libre, à température élevée, sans emploi de la vapeur au saccharificateur.

A cet effet, au moyen d'une petite pompe à air ou compresseur, on refoule de l'air dans une tuyauterie de fer qui passe dans les carneaux des générateurs ou autour des foyers, de manière à y acquérir une température élevée. De là, cette tuyauterie convenablement garnie d'un enduit calorifuge, vient aboutir à un récipient régulateur où la pression de l'air est réglée au moyen d'une soupape d'échappement à contre-poids. La température se règle par la vitesse du compresseur en insufflant plus ou moins d'air dans un temps don-

né. L'air surchauffé et comprimé est injecté dans le jus ou le moût, d'abord à air libre jusqu'au point d'ébullition ou toute autre température ; puis, si on veut saccharifier sous pression, on ferme le robinet d'échappement de l'appareil et on laisse la pression de l'air comprimé s'y établir. On fait fonctionner l'agitateur comme dans les saccharificateurs ordinaires et on règle à volonté la pression et la température qu'on veut obtenir dans l'appareil pendant l'opération.

L'avantage du procédé consiste principalement, suivant l'inventeur, dans le moyen nouveau de pouvoir opérer la saccharification sous pression ou non, sans diminuer la richesse des moûts et des jus, et sans l'intervention de parois chauffantes d'un nettoyage fréquent et difficile, au moyen de l'air ou d'un gaz quelconque comprimé ou surchauffé.

Procédé Champy. — Traitement du topinambour par l'acide sulfureux. — Ce procédé, qui a beaucoup d'analogie avec celui qui précède, consiste dans le traitement par l'acide sulfureux du topinambour préalablement découpé et des jus qu'on en a extraits, afin d'approprier ces jus à la production de l'alcool.

Le procédé se distingue particulièrement par ce fait que, avec l'emploi d'un seul réactif et en une opération unique, on obtient, d'après l'inventeur, des résultats qu'on ne pouvait atteindre jusqu'ici qu'au moyen de plusieurs réactifs et de plusieurs opérations.

L'effet de l'acide sulfureux est de clarifier, d'épurer et de décolorer les jus de topinambour, et de transformer en même temps en glucose la lévuline et l'inuline qui constituent les éléments alcoolisables du topinambour. Ces matières sucrées deviennent directement et facilement fermentescibles.

Pour atteindre ces divers résultats, l'inventeur se

sert d'un mélange d'acide sulfureux et d'acide carbonique ; on peut aussi se servir d'acide sulfureux pur ou mélangé avec de l'azote, mais il est plus avantageux de se servir d'acide sulfureux mélangé avec de l'acide carbonique, pour les motifs suivants :

1° L'effet combiné de ces deux acides donne le maximum d'effet utile cherché.

2° Le mélange de ces deux acides est produit directement par l'industrie, par la mise en contact de l'acide sulfurique avec du charbon de bois ou de la sciure de bois.

3° L'acide carbonique qui accompagne l'acide sulfureux, protège ce dernier contre les influences de l'air atmosphérique et opère dans les jus en traitement un bouillonnement favorisant le mélange.

Le procédé consiste dans les opérations suivantes : les cossettes ou les jus de topinambour sont mis dans une série de vases clos, communiquant entre eux et munis de serpentins ; le contenu de ces vases est ensuite échauffé jusqu'à 100 degrés, puis on y injecte de l'acide sulfureux pur ou mélangé, sous forme gazeuse.

Lorsque la réaction est terminée, que les jus sont épurés, clarifiés, décolorés et contiennent un sucre fermentescible, on échauffe la masse des vases au moyen de la vapeur d'eau, afin d'éliminer l'acide sulfureux encore présent et qui s'échappe par l'ouverture pratiquée à cet effet dans le dernier vase de la batterie. Ensuite on fait écouler le jus et on presse les résidus.

Les jus sont ensuite mis en fermentation, la faible proportion d'acide sulfureux converti en acide sulfurique qui y est encore contenue, ne dépasse pas celle nécessaire à la marche de la fermentation.

Procédé Toussaint Gautier. — Saccharification sous pression des jus ou des cossettes. — Ici, le procédé consiste dans le traitement des topinambours par saccharification sous pression, en vase clos à une température élevée, s'appliquant non seulement au traitement des jus obtenus par les presses continues ou toutes autres presses, mais encore au traitement direct des cossettes et des pulpes dans le saccharificateur, agissant sous pression de vapeur.

L'emploi des presses continues permet de produire des jus d'une grande richesse, ce qui est un grand avantage pour les distillateurs qui acquittent l'impôt sur la contenance des cuves de fermentation. En outre, en traitant les jus provenant des presses continues, on produit des pulpes excellentes, entièrement privées d'acide.

Le traitement direct des cossettes et des pulpes par le saccharificateur agissant sous pression de vapeur à une température élevée, est, suivant l'inventeur, le moyen le plus puissant pour obtenir de grands rendements en alcool.

De nombreux procédés ont été, en outre, recommandés ; mentionnons, en passant, la cuisson et saccharification du tubercule entier, la fermentation de toute la masse pâteuse et la distillation du moût épais par une colonne spéciale. On a encore utilisé les presses continues, avec filtration des jus avant saccharification et fermentation ; on a saccharifié les jus à air libre ou sous pression ; en résumé, chaque inventeur, chaque constructeur s'occupant de la question, a résolu le problème de la façon la plus satisfaisante, à son point de vue, mais le mystère dont on entoure toute nouvelle application mise en pratique, semble indiquer une certaine indécision, et la crainte de critiques probablement justifiées.

Telle est l'appréciation donnée par MM. J. Fritsch et Guillemin, des divers procédés d'alcoolisation du topinambour. Nous guidant toujours d'après les mêmes auteurs, il nous faut maintenant dire un mot de la fermentation des jus sucrés provenant de ce tubercule, après quoi nous verrons leur distillation et leur rectification.

V. — Fermentation des jus de topinambours.

Les conditions d'acidité et de température étant observées, la fermentation des jus de topinambours ne diffère en rien de celle des jus de betteraves ; la même mise en route, au début, à la levure, la propreté la plus minutieuse de la salle de fermentation, le contrôle de l'acidité après fermentation, les mêmes dangers de fermentations secondaires, en un mot, un travail absolument semblable, pour lequel des redites nous semblent inutiles.

Que le distillateur conduise ses fermentations par coupage des cuves ou par débordement, il observera que la production de la levure est beaucoup plus importante que pour la betterave ; il peut y avoir intérêt à en écumer de temps en temps l'excès qui, soumis à l'égouttage, constitue un aliment dont les porcs sont très friands, et grâce à l'azote et à l'acide phosphorique qui y entrent dans une proportion notable est pour eux essentiellement profitable. Les mêmes signes extérieurs indiquant la fin de la fermentation, on contrôlera la marche par la perte de densité, et le rendement probable par l'essai du vin au laboratoire ; les indications densimétriques ne peuvent pas être absolument comparées à celles fournies par les jus de betteraves, la pratique indiquera les conclusions à tirer de la densité à la chute, comparée à la densité initiale.

VI. — Distillation et rectification.

Les vins fermentés sont envoyés à l'aide d'une pompe à l'appareil à distiller : rien dans cette opération, de même que dans la rectification, ne distingue le travail du topinambour de celui de la betterave ; la colonne Savalle remplit ici le but d'une façon satisfaisante, mais, il ne faut pas oublier que comme tout autre système peut nécessiter l'emploi d'une colonne spéciale au moins pour la distillation, la rectification des flegmes, de quelque provenance que ce soit, n'exige pas d'autre appareil que celui reconnu le meilleur et le plus généralement adopté.

D'ailleurs on trouvera dans le quatrième chapitre de cet ouvrage, la description détaillée des appareils de distillation et de rectification applicables non seulement à la betterave, mais au topinambour.

Il est à remarquer que M. Naudin a tout spécialement appliqué aux alcools de topinambours, les procédés d'électrolyse des flegmes que nous avons décrits dans le *Manuel de la Distillation des grains et des mélasses,* et il est arrivé à faire disparaître le goût d'origine de ces alcools.

Le rendement en alcool dans la distillation de ce tubercule est d'environ 8 à 8.5 d'alcool à 90° pour 100 de topinambours.

Quant aux pulpes, qui sont très nutritives, et qui d'ailleurs se conservent très bien en silos, la quantité fournie est la même que pour le même poids de betteraves.

VII. Alcoolisation de l'asphodèle.

L'asphodèle croît spontanément dans le centre de la France, c'est une plante de la famille des Liliacées,

dont on connait un grand nombre d'espèces. L'Algérie est également très favorable, comme sol et comme climat, à la culture de ce végétal, qui semble appelé à un certain avenir en vue de l'alcoolisation. C'est pourquoi nous croyons utile de donner ici les caractères généraux de ces plantes.

Les racines sont fibreuses, fasciculées, quelquefois tubéreuses. Les tiges sont simples ; elles portent des feuilles alternes, linéaires ou triquètres, tubulées, rectinerves, elles se terminent par des fleurs hermaphrodites, disposées en grappes simples ou ramifiées. Le fruit est une capsule à trois loges, renfermant un petit nombre de graines anguleuses. L'espèce la plus répandue est l'asphodèle rameux (*asphodelus ramosus*) appelé aussi asphodèle mâle, asphodèle blanc, lusson, nunu, bâton royal, etc.

Le fruit est globuleux, vert, luisant et de la grosseur d'une cerise.

Les racines tubéreuses sont gorgées d'une substance amyloïde analogue à l'inuline, qui est assez abondante, de telle sorte qu'on a proposé de cultiver cette plante pour la production de l'alcool.

Les racines d'asphodèles sont disposées en rayons autour de la tige souterraine.

Jusqu'ici, dit M. Ch.-S. Vigneron, on n'a pas cherché à cultiver l'asphodèle pour sa racine, et nous pouvons dire qu'on n'y fait guère attention. Si cependant on en voulait essayer la culture, nous croyons qu'avec des soins, des fumures, on pourrait en retirer une grande quantité de tubercules. Mais la récolte ne devrait se faire que chaque deux ans, et il faudrait ne laisser dans la terre que des tubercules de première année, ou un de première et de seconde.

VIII. Composition chimique de l'asphodèle.

Nous ne suivrons pas les chimistes dans leur dispute au sujet de la substance dont est formée la racine d'asphodèle, car les savants ont-ils pu jamais être du même avis ? Qu'il nous suffise de constater que, d'après une analyse faite par M. Marès, de Montpellier, ingénieur de l'Ecole centrale, cette racine contient :

Eau	68.84
Cendres	0.75
Matières grasses	2.20
Matières susceptibles de se transformer en sucre de raisin, par l'action des ferments et des acides	18.25
Pectine	2.30
Albumine	0.42
Cellulose	7.00
Perte à l'analyse	0.24
	100.00

Remarquons, en passant, que les tubercules d'asphodèle n'ont la dose de sucre trouvée par M. Marès qu'après la floraison, c'est-à-dire pendant les mois d'avril, de mai et de juin. Il faut donc les arracher de préférence vers la mi-mai, car avant le mois d'avril et après le mois de juin, la quantité d'alcool diminue et finit même par devenir nulle. D'après l'analyse ci-dessus on pourrait compter, en bonne pratique, sur un rendement de 9 litres d'alcool à 90°, mais ce chiffre, si nous en croyons un distillateur distingué qui, plusieurs fois, a tenté l'essai de transformer les tubercules d'asphodèle en alcool, n'est pas atteint, et doit

être remplacé par 8 litres. Toutefois, nous pensons que l'arrachage des tubercules n'a pas eu lieu dans son vrai moment, et que l'on n'a point distillé aussitôt.

IX. Extraction de l'alcool d'asphodèles.

On découpe les tubercules en cossettes au moyen d'un coupe-racines semblable à ceux qui servent pour découper les betteraves, puis on fait la macération avec deux fois leur poids d'eau préalablement aiguisée d'acide sulfurique. Celui-ci est mis dans la proportion de 2 pour 100 d'asphodèles, proportion qui ne doit pas être dépassée.

L'eau dont on se sert pour la macération doit être versée bouillante, et on maintient la température à 100 degrés pendant une heure et demie ou deux heures, au moyen d'un jet de vapeur, arrivant en proportion convenable.

Le liquide étant soutiré après ce temps, on épuise ensuite le résidu par une nouvelle quantité d'eau bouillante ; après deux ou trois heures de macération, on soutire de nouveau le liquide, qu'on ajoute au précédent.

Après refroidissement des liquides réunis, on neutralise en partie l'acide sulfurique ajouté, par une addition de craie (formation de sulfate de chaux insoluble). Cela fait, on procède à la fermentation ; celle-ci se fait par coupage de cuves, de la même manière que pour la fermentation des jus de betteraves, dont il a été longuement question dans le premier chapitre de cet ouvrage. Ajoutons seulement qu'on emploie 200 grammes de levure sèche par 100 kilogrammes de racines d'asphodèle.

La fermentation étant terminée, le vin est envoyé à la colonne distillatoire.

Les flegmes obtenus étant très impurs et souillés d'une foule de produits étrangers à l'alcool éthylique, il faut les rectifier et les purifier avec soin.

Il est à remarquer que les pulpes obtenues dans l'alcoolisation de l'asphodèle, sont trop acides pour pouvoir être employées à l'alimentation des bestiaux, néanmoins, elles n'en sont pas perdues pour cela, et constituent même un excellent engrais.

Pour se prononcer sur l'asphodèle, il faudrait l'avoir cultivée avec les mêmes soins que l'on cultive la pomme de terre ou le topinambour, calculer le rendement en poids chaque deux ans, établir la balance entre les dépenses de culture, de distillation, et le prix de vente de l'alcool. C'est ce qui n'a jamais été fait. Et pourtant il est bien probable que cette plante, avec quelques soins de culture, produirait trois ou quatre fois plus qu'elle ne fait, même dans les terres en friches de l'Hérault et de la Provence où on la trouve le plus communément.

La culture et l'alcoolisation de l'asphodèle seraient une ressource précieuse pour notre colonie algérienne ; mais ici le problème, nous ne saurions trop le répéter, relève plutôt de l'agriculture que de la technologie, la transformation des tubercules en alcool ne présentant, comme nous l'avons vu, aucune difficulté.

X. — Alcoolisation du dahlia et de la garance.

Pour terminer ce sujet, nous emprunterons à M. Vigneron les données qui suivent sur l'alcoolisation du dahlia et de la garance. D'après des calculs sérieux, on a trouvé qu'un hectare de terre sablo-argileuse, planté en dahlia, pouvait produire de 30.000 à 35,000

kilogr. de racine, dont on retirerait, en opérant immédiatement sur les tubercules arrachés avant l'hiver, environ 18 hectolitres d'alcool à 90°.

La manière de traiter les tubercules de dahlia est la suivante, qui ne diffère que fort peu de celle de traiter l'asphodèle :

Après avoir réduit en pulpes ou en cossettes les tubercules de dahlia, on les recouvre d'eau bouillante et acidulée dans la proportion de 2 pour 100 d'acide sulfurique, puis, on les soumet ainsi à la macération pendant quatre heures. Au bout de ce temps, on soutire le liquide, qui est envoyé dans une cuve de fermentation, puis on recouvre encore les mêmes pulpes ou cossettes d'eau bouillante pour opérer une seconde macération de quatre heures. Les liquides soutirés sont ensuite réunis. On les sature par le carbonate de chaux, puis, après un repos suffisant, on les décante et on les ramène à la température de 25°, par une addition d'eau froide. Ensuite on met en fermentation, avec de la bonne levure, comme pour les tubercules d'asphodèles.

La garance était très cultivée autrefois dans le département de Vaucluse et en Alsace, toutefois c'était comme plante tinctoriale. Aujourd'hui, par suite de la découverte des teintures d'aniline extraites des goudrons de houille et qu'on produit à bien meilleur compte, cette culture est à peu près abandonnée tout au moins pour cet usage spécial.

La garance a des tiges droites, de 1 mètre à 1 m. 25 de hauteur, elles sont cannées et noueuses. Chaque nœud est garni de cinq ou six feuilles. Celles-ci sont longues, étroites, finement dentées sur les bords. Les fleurs sont d'un jaune-verdâtre ; elles naissent vers les extrémités des branches. Le fruit auquel elles donnent

naissance est composé de deux baies attachées ensemble ; ils ont d'abord une couleur verdâtre, puis deviennent rouges et enfin noirâtres lorsque la maturité est complète. Chaque baie contient une graine. Les racines de la garance sont longues, rampantes, grosses comme un tuyau de plume, ligneuses et rougeâtres, elles ont un goût astringent assez prononcé.

C'est dans un village du département de Vaucluse, à Sorgues , qu'on a, pour la première fois, extrait de l'alcool des racines de la garance. L'alcoolisation et l'exploitation en vue de la teinture étaient menées de front.

On faisait d'abord sécher les racines, puis on les réduisait en poudre appelée *poudre de garance.*

Avec cette poudre on fabriquait la *fleur de garance* en recouvrant la poudre déposée dans un récipient, de six fois environ son volume d'eau, puis, après l'avoir filtrée, on la pressait fortement. Après dessiccation et trituration, cette *poudre*, devenue *fleur*, était mise dans des barriques et expédiée aux teinturiers. Les eaux ayant servi à convertir la poudre en fleur par le délayage et la pression étaient alors recueillies dans des cuves, soumises à la fermentation, par les moyens ordinaires, puis distillées quatre jours après.

« L'alcool retiré de la garance, dit M. Vigneron, a un goût empyreumatique très désagréable ; le propriétaire de l'usine de Sorgues était parvenu à le faire disparaître au moyen du procédé de Pongoski. Ce procédé consiste à faire passer les vapeurs alcooliques à travers du charbon à l'état grenu, de bois tendre, comme le saule, le peuplier et le bouleau. Le charbon absorbe, paraît-il, les huiles empyreumatiques dont les flegmes sont saturés, et l'on obtient de l'alcool pour ainsi dire sans goût que l'on peut employer au

même usage que l'alcool de vin. Avant la guerre d'Amérique, l'usine de Sorgues faisait de brillantes affaires, mais depuis, elle est allée vers la décadence et par suite, la production de la garance a bien diminué dans le département de Vaucluse, car c'est surtout en Amérique que l'on expédiait la fleur de garance.

» L'usine de Sorgues produisait, quand nous l'avons visitée, 12.000 hectolitres d'alcool qui rapportaient plus de 800.000 francs par an. »

Comme on le voit, l'alcoolisation de la garance est plutôt une industrie rétrospective, et c'est plutôt à ce titre que nous l'avons décrite ici. Mais cela suffit pour montrer qu'un grand nombre de substances, racines ou tubercules renfermant des matières sucrées ou féculentes, sont susceptibles d'être transformées en alcool. On peut voir, d'après cela, que l'alcoolisation en elle-même, de quelque matière que ce soit, renfermant les principes immédiats qui viennent d'être cités, ne présente pour ainsi dire pas de difficulté. C'est toujours à peu près la même méthode, qu'il s'agisse de matières sucrées se rapprochant de la betterave, ou de substances féculentes ou amylacées se rapprochant plus ou moins des grains ou de la pomme de terre. D'après cela, on pourrait s'étonner que les distilleries de carottes, de rutabagas, de topinambours, de glands de chêne, de marrons d'Inde, de dahlias, d'asphodèles, etc., ne soient pas plus nombreuses. La raison en est surtout par ce fait que la culture en grand de ces plantes présente quelques difficultés et que les flegmes obtenus renferment beaucoup de substances étrangères à l'alcool éthylique, qui rendent la rectification et la purification très difficiles.

CHAPITRE IV

APPAREILS DISTILLATOIRES

pour betteraves, pommes de terre, topinambours, etc.

Sommaire. — I. Considérations générales. — II. Appareil Derosne. — III. Appareil Deroy fils aîné. — IV. Appareil distillatoire d'Egrot. — V. Appareils de distillation de MM. Champonnois, Cail, Savalle fils et Cie. — VI. Appareils Siemens, de Hohenheim. — VII. Rectification et purification des alcools de betteraves, de pommes de terre, etc. — VIII. Procédés chimiques. — IX. Désinfection par rectification.

I. — Considérations générales.

Les appareils distillatoires qui ont été proposés depuis 50 ans sont très nombreux et leur construction a été basée sur des principes qui ont varié avec le temps. Notre intention n'est pas ici de les décrire tous, et nous renvoyons ceux qui désireraient prendre une connaissance plus étendue de ce sujet, à la nouvelle édition du *Manuel du Distillateur*, de l'*Encyclopédie-Roret*, où nous avons décrit tous les appareils de ce genre qui, à cette époque, étaient parvenus à notre connaissance. Nous ne pouvons pas toutefois nous dispenser de faire connaître avec quelques détails deux appareils qui paraissent plus spécialement propres à la distillation des betteraves : l'un remarquable par sa puissance, l'autre par sa simplicité, et qui présenteront aux distillateurs des exemples dans

le choix qu'ils devront faire de ces grands instruments. Nous décrirons donc successivement l'appareil de Cellier-Blumenthal, modifié par Derosne, qui convient surtout aux grands établissements, ainsi que les appareils Deroy fils et Egrot, qui peuvent être plus spécialement appliqués à des fabrications plus modestes rentrant dans le cadre de la distillerie agricole.

II. — Appareil Derosne.

L'appareil de Cellier-Blumenthal, tel qu'il a été perfectionné par Derosne et qu'on l'a représenté dans la figure 20, pl. 1, se compose d'une chaudière dont le fond est bombé et qui est placé sur le foyer d'un fourneau en maçonnerie. Cette chaudière 1 est pourvue d'un trou d'homme, c'est-à-dire d'une ouverture 2, de 25 à 30 centimètres de diamètre, qui sert à la nettoyer et qu'on bouche au moyen d'un obturateur qu'on fixe à l'aide de pinces ou de boulons. Au centre de cet obturateur est disposée une petite soupape 3. qui sert à la rentrée de l'air et empêche, quand il se fait un vide dans la chaudière, que la pression atmosphérique ne déforme celle-ci. En avant de cet obturateur est placé un petit robinet 4, qui sert à essayer la richesse alcoolique des vapeurs qui se dégagent et à s'assurer que la vinasse est entièrement épuisée d'alcool. Près du fond de la chaudière est soudé un tuyau 5, 6, qui est armé d'un robinet et qui sert à vider la chaudière quand on le juge à propos. Sur ce tuyau est implantée une monture en cuivre 6, 7, dans laquelle est mastiqué un tube vertical qui communique aussi par le haut avec la partie supérieure de la chaudière au moyen d'un tube horizontal en cuivre qui vient aussi s'assembler dans la monture en 7. Le tube vertical ou indica-

teur sert en effet à indiquer le niveau du liquide contenu dans la chaudière.

Les produits brûlants de la combustion et la flamme qui s'échappe du foyer placé sous la chaudière 1 passent sous la seconde chaudière 8 dont ils servent à élever la température, puis sous le réservoir qui contient la vinasse,avant de s'échapper par le conduit de la cheminée. Cette seconde chaudière a deux voies de communication avec la première. d'abord à l'aide d'un tube coudé 9, 10, 12, qui part du fond de cette seconde chaudière et vient déboucher en 12, près du fond de la première, après avoir fait un coude à angle droit ; ce tube reçoit en outre en 10 un robinet qui sert à établir à volonté cette communication entre les deux chaudières, et de plus il porte en 11 une monture 11, 13, semblable à celle 6, 7, qui sert à maintenir un autre indicateur vertical de niveau en verre qui communique aussi avec l'intérieur de la chaudière par un tube horizontal en cuivre. En second lieu, les deux chaudières sont aussi en communication entre elles par un second tube 14, 15, 16, de forme cintrée, qui part en 14 du dôme de la chaudière 1, traverse celui de la chaudière 8, et vient déboucher en 16 près de son fond par une pomme d'arrosoir. On voit ainsi que les vapeurs qui s'élèvent de la première chaudière, franchissant ce tube, viennent barboter dans le liquide de la seconde, où elles sont distribuées par la pomme d'arrosoir et condensées.

La troisième pièce importante de l'appareil est une colonne creuse 17, 18, 19, 20, faisant corps avec la chaudière 8 qu'elle surmonte au centre et qui se compose de deux parties 17, 18, et 19, 20, assemblées l'une sur l'autre à l'aide de collets et de boulons ou de pinces. La première partie 17, 18 de cette colonne, dite *colonne*

de distillation, renferme dix-neuf capsules 21, 22, les unes dans une position naturelle, les autres renversées au-dessus des premières. Ces capsules sont montées par couple, et à chaque capsule droite succède au-dessus une capsule renversée qui est d'un diamètre plus petit. Cette série de capsules grandes et petites est maintenue en place et en position horizontale au moyen de trois tubes disposés à une distance de 120° entre eux, et qui traversent les bords des capsules. Les grandes capsules atteignent presque à leur circonférence la paroi interne de la colonne creuse, et elles sont toutes percées au centre d'un trou par lequel la liqueur qui s'y concentre ou qui vient du haut s'écoule sur le fond de la capsule renversée placée au-dessous, qui se distribue ainsi également par toute sa périphérie sur les bords en saillie de la capsule droite placée immédiatement au-dessous d'elle. Afin de faciliter cet écoulement et d'obtenir une distribution régulière, la surface convexe de ces petites capsules porte de petites nervures partant du centre et se rendant à la circonférence qu'elles dépassent et qui consistent en des fils de cuivre fixés sur cette surface convexe par de la soudure. Voici quel est le jeu de cette disposition :

Le liquide qui entre par la partie supérieure de cette partie de la colonne, tombe d'abord sur une capsule renversée, de là, il est distribué en divergeant à la circonférence d'une capsule concave, où il se réunit en convergeant au centre pour s'écouler par le trou percé à ce centre en divergeant sur une capsule convexe, et ainsi de suite en cascade ou en zigzag, allant alternativement du centre à la circonférence et de la circonférence au centre. D'un autre côté, les vapeurs qui s'élèvent de la chaudière 8 pénètrent, du moins en

grande partie, dans la colonne par l'ouverture au centre d'une capsule convexe ; de là elles s'épanouissent sur le fond d'une capsule renversée, dont elles franchissent les bords pour se réunir de nouveau au centre d'une capsule concave et ainsi de suite dans toute la hauteur de la colonne.

Les vapeurs suivent donc une marche ascendante, et le liquide une marche descendante, et, pendant cette marche en sens inverse, ces vapeurs, en barbotant dans ce liquide, non seulement en élèvent la température, mais se dépouillent à chaque passage de la portion la plus condensable qui les constitue, en permettant à celle plus volatile de continuer sa marche ascendante jusqu'au sommet de la première portion de la colonne. Un petit tonnelet 23 reçoit le vin du chauffe-vin en quantité déterminée et le déverse par le trop-plein sur la surface convexe de la première capsule renversée avec laquelle il fait corps, et, afin de pouvoir régler le remplissage de ce tonnelet et son déversement, il existe un indicateur en verre 24 qui sert à faire connaître à chaque instant le niveau du liquide qu'il renferme.

Dans cet état de choses, les vapeurs qui ont échappé aux condensations successives dans la première portion 17, 18 de la colonne creuse, s'élèvent dans la seconde 19, 20, qui est assemblée sur la première, et qui porte le nom de *rectificateur* ou *colonne de rectification*. Cette colonne se compose à l'intérieur de six plateaux 25, 25, soudés sur les parois mêmes de la colonne. Ces plateaux sont percés au centre d'un trou d'un grand diamètre, sur le bord duquel est soudé un manchon 26 dont la hauteur règle le niveau du liquide entre lui et la surface intérieure de la colonne. Au-dessus de chaque manchon est disposée une capsule

renversée qui descend jusqu'à une distance de 2 centimètres au-dessous du niveau du bord supérieur du manchon. Cette capsule est maintenue dans cette position, suspendue au moyen de brides soudées sur le plateau, et il est facile de voir que, quand l'intervalle entre les manchons et les parois de la colonne est rempli de liquide, ces capsules constituent en quelque façon une suite de bondes hydrauliques où les vapeurs ont à surmonter une certaine pression et une condensation dans le liquide avant de pouvoir s'élever jusque dans le haut de la colonne. Ce barbotage et cette pression favorisent la séparation de l'eau et de l'alcool, et le liquide qui se condense ainsi et qui finit par déborder au-dessus des bords du manchon tombe sur la surface convexe de la capsule suivante et se distribue dans le réservoir de la bonde inférieure sur le plateau au-dessous, en tombant ainsi en cascade jusque sur le plateau inférieur, et enfin en débordant sur celui-ci dans la colonne à distillation 17, 18, qui le reprend pour lui faire subir le travail qui s'opère dans cette portion de la colonne.

Un indicateur en verre sert à faire connaître le niveau de liquide sur le premier plateau.

La quatrième pièce de l'appareil est le *chauffe-vin* 27, 28, qui est en communication avec le rectificateur 19, 20, au moyen du tube 29 assemblé à collet sur une douille au sommet de ce rectificateur. Ce chauffe-vin est un cylindre terminé par deux calottes sphériques renfermant un serpentin 27, 28, composé de dix tours pleins, dont chacun est percé, à sa partie la plus basse, d'un trou sur lequel est soudé un petit tube vertical. Tous ces petits tubes verticaux débouchent dans un tube 30, 31, légèrement incliné à l'horizon, qui reçoit tous les liquides qui se condensent dans les tours de

1 à 10 du serpentin (le premier demi-tour est en communication avec le rectificateur et un autre demi avec le réfrigérant). Les liquides qui se condensent dans les tours 1 à 4 du serpentin sont les plus aqueux, on les dirige sur le quatrième plateau du rectificateur en ouvrant le robinet 32 sur le tube 30, 31, d'où ils s'écoulent par le tube 32, 33, qui a la forme d'un siphon et débouchent sur ce quatrième plateau, à partir du haut de la colonne. Sur ce siphon et dans le point de la courbure, on a piqué un robinet 33, 34, qui permet d'extraire un peu du liquide condensé et de le soumettre à l'essai.

Les vapeurs qui se condensent dans les six derniers tours (5 à 10) du serpentin fournissent un liquide plus alcoolique que les précédents. Ce liquide, en s'écoulant, se rend dans le tube incliné 30, 31, où on peut l'évacuer en ouvrant le robinet 35 si on veut fractionner les produits, ou par les robinets 35 et 36, si on veut les réunir. Ces robinets les conduisent par le tube siphon 35, 36, 37, sur le troisième plateau du rectificateur, qui les reprend pour les travailler de nouveau. Un petit robinet 38, placé sur ce tube siphon, donne la faculté d'extraire un peu de liquide et d'en faire l'essai.

Le chauffe-vin est percé, à la partie supérieure, de trois larges ouvertures fermées par des tampons à poignée 39, 39, 39, qui servent aux nettoyages, et il est partagé par une cloison 40, en deux portions d'inégale capacité et dans le rapport de 2 à 1. Cette cloison ne laisse de communication entre les deux capacités que par une ouverture ménagée à la partie inférieure. Quand ce chauffe-vin est rempli de liquide, celui-ci en déborde par un conduit percé de trous dans un tube de trop-plein 41, 42, 43, 44, qui le verse dans le tonnelet 23, placé au sommet de la colonne de distillation

d'où, en se déversant, il tombe sur les capsules que renferme cette portion de la colonne avant d'arriver à la chaudière 8. On peut aussi, quand on le juge convenable, et à la fin d'une opération ou d'une distillation, déverser tout le liquide que renferme le chauffe-vin sur les capsules de la colonne, en ouvrant le robinet 45 piqué au bas de ce vase, ce liquide s'écoule alors par la portion 43, 44, du tube ci-dessus.

La cinquième pièce principale de l'appareil est le *réfrigérant*, dans lequel le dernier demi-tour prolongé du serpentin 28 du chauffe-vin amène les vapeurs qui n'ont pas été condensées dans celui-ci. Le réfrigérant se compose d'un réservoir cylindrique dans lequel tourne un serpentin vertical 46, où doit avoir lieu la condensation définitive des dernières vapeurs échappées aux condensations successives. Les produits liquides ainsi obtenus, ou l'alcool, s'écoulent par un tube 47 qu'on a percé d'un petit trou capillaire 48 pour que l'air puisse se dégager, et se rendent dans une éprouvette 49, dans laquelle flotte un aréomètre. Cet aréomètre sert à reconnaître à chaque instant le degré de l'alcool et à le régler à volonté en faisant rétrograder, au moyen des robinets 32, 35, 36, une plus ou moins grande quantité des produits condensés dans le chauffe-vin, vers les plateaux du rectificateur.

L'éprouvette 49 porte un petit robinet qui verse le trop plein du liquide alcoolique dans un entonnoir, dont le long bec plonge presque jusqu'au fond d'une caisse carrée en bois 50, doublée en cuivre et fermée par un couvercle rendu imperméable par l'interposition d'une lisière en drap sur les bords et par un cadenas. De cette caisse ou réservoir, le liquide coule par un robinet dans le tonneau 52, et, pour faciliter cet écoulement ainsi que l'introduction sans pression de

l'alcool dans la caisse 50, celle-ci est pourvue d'un tube de dégagement et d'introduction d'air 51, assez fin pour ne pas occasionner de perte sensible.

Nous venons de décrire la marche ascendante des vapeurs alcooliques et leur condensation, reste maintenant à faire connaître celle descendante du vin qui est destiné à la fois à les produire et à les condenser.

Le vin ou le liquide fermenté et vineux, monté par une pompe foulante, arrive dans un réservoir 53 par le tube 54. Ce réservoir est pourvu d'un tube de trop plein 55, qui déverse l'excès de ce liquide dans le réservoir inférieur, et avertit de faire cesser le travail de la pompe. De ce réservoir, le vin coule dans le *vaseau de vendange* ou *régulateur d'écoulement*, par un robinet à flotteur 57, puis s'écoule par un robinet dans l'entonnoir 58, qui lui permet de descendre par un tube vertical jusqu'au fond du réfrigérant dans lequel il entre en 59. Il remplit ce réfrigérant, puis s'élève par le tube 60, 61, 62, remplit le chauffe-vin, déborde par le tube 41, 42, 43, 44, qui le conduit dans le tonnelet 28, dans le haut de la colonne à distillation 17, 18. De ce tonnelet, il se déverse en cascade sur les capsules de cette colonne et arrive dans la chaudière 8, et lorsque celle-ci est enfin remplie, on remplit à son tour la chaudière 1 en ouvrant le robinet 10.

Occupons-nous maintenant de la mise en train et de la conduite de l'appareil, en nous rappelant que les jus fermentés qu'on appelle *vin de betterave* renferment, suivant les procédés qu'on a suivis, 2 à 5 pour 100 d'alcool qu'il s'agit d'en extraire.

On commence par enlever l'obturateur 2 de la chaudière 1, et on verse dans celle-ci du vin jusqu'aux trois quarts de sa hauteur ; ce qu'il est facile de reconnaître au moyen de l'indicateur 6, 7. On referme l'ob-

turateur, et on ouvre le petit robinet 4 qui sert à l'impulsion de l'air lorsque le liquide qui descendra de la partie supérieure viendra chasser ce fluide. Alors à l'aide d'une pompe foulante, on remplit le réservoir 53 ; de ce réservoir, le vin se déverse dans le cuveau 56, de là, il coule dans l'entonnoir 58, remplit le réfrigérant, remonte dans le chauffe-vin, d'où il se déverse par le tube 41, 44 dans la colonne à distillation, où de capsule en capsule il arrive enfin dans la chaudière 8.

Quand le fond de cette chaudière est recouvert de 6 à 7 centimètres de vin, ce qu'on constate en consultant l'indicateur 11, 13, on ferme le robinet d'air 4 sur la chaudière 1, ainsi que le robinet du vaseau de vendange 56 qui déverse dans l'entonnoir 58, et on allume le feu sous la chaudière 1. On porte peu à peu à l'ébullition, et lorsque celle-ci est en activité, les vapeurs qui s'élèvent du liquide bouillant passent par le tuyau 14, 15, 16, pour se rendre dans la chaudière 8, où elles sont, en grande partie, condensées en élevant la température de cette chaudière jusqu'au point d'ébullition du liquide qu'elle renferme, élévation qui est d'ailleurs provoquée par la chaleur perdue qui s'échappe du foyer placé sous la chaudière 1.

Dès que le liquide de la chaudière 8 est en pleine ébullition, il est converti en vapeurs qui s'élèvent dans la colonne à distillation 17, 18, et, aussitôt que cet effet commence à avoir lieu, on ouvre le robinet du vaseau 56 de manière à régler l'écoulement du vin à travers l'appareil sur l'activité de l'évaporation dans la chaudière. Les vapeurs qui s'élèvent dans la colonne rencontrant ainsi le liquide froid qui descend en pluie et en cascade sur les capsules, il se fait une séparation réciproque, les vapeurs enlèvent au liquide la portion de l'alcool qu'il renferme et continuent leur chemin,

tandis que le liquide condense une certaine portion aqueuse de ces vapeurs et les entraîne avec lui dans la chaudière qui les reprend par la voie de l'ébullition pour les soumettre de nouveau à la même opération.

Les vapeurs légères qui ont échappé à ces condensations successives arrivent dans le rectificateur où elles se condensent successivement sur ses plateaux 21. Cette condensation sur les plateaux fait bientôt déborder le liquide qui se déverse par dessus les bords du manchon et coule sur le plateau inférieur ou retombe dans la colonne à distillation ; mais c'est la partie la plus aqueuse de ces vapeurs qui se condense ainsi, celle plus alcoolique s'accumule sous la capsule renversée, et pour se rendre sous la capsule suivante elle est obligée de passer à travers le liquide qui charge le plateau et de se dépouiller ainsi de plus en plus de la partie aqueuse qu'elle renferme encore.

Après six analyses successives de ce genre sur les six plateaux du rectificateur, les vapeurs de plus en plus alcooliques montent dans le serpentin 27, 28 du chauffe-vin. dont elles parcourent successivement les tours, celles qui sont le plus souvent chargées d'eau se condensent dans les quatre premiers tours et se rassemblent dans le tuyau 30 d'où elles sont ramenées en ouvrant le robinet 32 par le tuyau 32, 33 sur le quatrième plateau du rectificateur pour y être rectifiées de nouveau. Les autres vapeurs arrivées dans les autres tours du serpentin s'y condensent à leur tour et peuvent, suivant leur degré aréométrique, être envoyées au réfrigérant ou être ramenées, par les robinets 35, 36 et le tube 37, sur le troisième plateau du rectificateur.

Pendant la première demi-heure au moins à partir du moment où la distillation commence, on ne doit

rien recevoir dans le réfrigérant, et les trois robinets 32, 35, 36 doivent rester ouverts pour ramener au rectificateur les produits qui ont contracté une saveur métallique dans leur passage au travers de l'appareil, saveur dont ces produits se dépouillent après une seconde rectification. Au bout du temps indiqué, l'alcool qui passe ne contracte plus cette saveur, mais celui qui se condense dans les six derniers tours du serpentin n'a pas encore acquis le degré aréométrique nécessaire pour l'envoyer dans le réfrigérant. En conséquence, on ferme le robinet 32, on ouvre celui 35, les produits de la condensation dans les sept premiers tours du serpentin, retournent au rectificateur et on ne reçoit dans le réfrigérant que ceux qui se condensent dans les trois derniers tours de ce serpentin. Enfin, lorsque tout marche à souhait, on ouvre le robinet 32 et on ferme ceux 35 et 37, et toutes les vapeurs qui se condensent dans les six derniers tours du serpentin sont envoyées au refrigérant où s'achève leur condensation complète.

Il arrive quelquefois que le degré aréométrique du produit est supérieur à celui qu'on veut obtenir; pour ramener ce produit au degré voulu, on ferme les robinets 32, 35 et 36 et on reçoit tous les produits du serpentin 27, 28 dans le réfrigérant, ce qui abaisse nécessairement le degré aréométrique par le mélange des portions moins alcooliques avec celles qui le sont le plus. On voit donc qu'on parvient à régler aussi d'une manière exacte la force des produits en renvoyant au rectificateur ceux qui n'ont pas le degré de spirituosité voulu ou en faisant un mélange de ceux à divers degrés.

Pour que l'appareil marche correctement, il faut régler l'écoulement du vin par le robinet du vaseau de

vendange 56, de manière à ce que le liquide, en parcourant le réfrigérant, le chauffe-vin, la colonne à distillation, arrive dans la chaudière 8 et enfin la remplisse dans le même temps que le liquide renfermé dans la chaudière 1 a mis à se dépouiller de tout son alcool ; ce qui suppose trois quarts-d'heure à une heure. On s'assure qu'il ne reste plus d'alcool dans la vinasse en entr'ouvrant légèrement le robinet 4 et en cherchant à enflammer la vapeur qui s'en échappe. Si l'inflammation a lieu, la vinasse est encore chargée d'alcool, dans le cas contraire, elle en est dépouillée. Ce moyen toutefois paraît grossier et il vaudrait peut-être mieux avoir recours à des épreuves aréométriques faites sur la vinasse elle-même, ou à des réactions chimiques.

Quoi qu'il en soit, quand les vapeurs qui sortent du robinet 4 ne s'enflamment plus, on ouvre le robinet 5, 6 pour évacuer la vinasse, puis on le referme lorsque tout est écoulé, on ouvre le robinet 10 et on fait écouler dans cette chaudière 1, le liquide contenu dans celle 8, et pendant que ce liquide bout et distille pendant une heure dans la chaudière basse, celle 8 se remplit de nouveau avec le vin qui a traversé l'appareil.

Lorsqu'on veut mettre fin aux opérations et qu'on ne veut que distiller ce qui reste dans l'appareil, on vide la chaudière 1 et on la remplit du liquide contenu dans la chaudière 8, on suspend un instant le feu, et on fait arriver dans cette dernière le liquide du chauffe-vin, les vases 53 et 56 étant supposés vides. On évacue le vin du cylindre du réfrigérant, on le remplit d'eau froide, et on amène de l'eau dans les vases 53 et 56, puis délutant le tube 41-44, on le détourne pour que l'eau ne puisse entrer par ce tube dans la colonne

à distillation ; on ouvre les robinets 53 et 56 et on recommence à chauffer. L'eau remplit alors les fonctions du vin pour la condensation, et on continue ainsi à rafraîchir jusqu'à ce que le produit qui arrive dans l'éprouvette ne marque plus que quelques degrés aréométriques. On interrompt alors l'opération et on vide l'appareil.

Les nettoyages des diverses parties s'effectuent ainsi qu'on va l'expliquer.

Celui de la colonne de distillation s'opère en enlevant l'une après l'autre les capsules qui sont à son intérieur et qui sont enfilées sur des baguettes de laiton de haut en bas ; on extrait, on lave, on gratte chacune de ces capsules très facilement. Si ces capsules étaient fixes, on y fait passer un jet de vapeur qui les débarrasse des matières qui les chargent.

Le rectificateur dont les plateaux sont toujours à demeure, se nettoie au moyen de la vapeur. Ce nettoyage est très utile, parce que vers la fin de la distillation il s'accumule sur les plateaux une certaine quantité d'huile essentielle provenant des matières soumises à la distillation ; ces huiles, d'un goût détestable, pourraient infecter les produits dans une opération suivante.

Le nettoyage du serpentin du chauffe-vin est fait à l'extérieur en enlevant les tampons 49. Quant à l'intérieur, on peut y faire passer de la vapeur d'eau à une haute température ou des dissolutions alcalines, etc.

Le nettoyage du serpentin du réfrigérant s'opère de même, et dans tous les cas il est utile d'entretenir ce serpentin ainsi que le précédent aussi propres que possible, parce que lorsque leur surface est couverte de dépôts la transmission de la chaleur se trouve gênée et l'appareil fonctionne moins bien.

L'appareil Derosne est construit par la maison Cail et Cie, quai de Billy, 46, sur trois modèles différents.

Le modèle n° 3 peut distiller 4.000 à 5.000 litres de vin en vingt-quatre heures et porte une colonne de vingt-cinq centimètres de diamètre.

Le modèle n° 2, avec colonne de 30 centimètres, distille 6.000 à 8.000 litres de vin en 24 heures.

Enfin le modèle n° 1, avec colonne de 35 centimètres, distille 10.000 à 12.000 litres de vin en 24 heures.

Cet appareil qui, assure-t-on, met à profit toute la chaleur émise par la condensation des vapeurs pour chauffer le vin, en extraire de l'alcool et rectifier celui-ci, qui offre en outre l'avantage d'être continu et de fournir de premier jet de l'alcool au degré de concentration qu'on demande, a le défaut d'être d'un prix élevé qui le met hors de la portée des petits établissements, et d'exiger un contre-maître habitué à le faire fonctionner, ce qui en borne l'emploi. Il n'est pas non plus parfaitement démontré que les innombrables chicanes qu'on oppose à l'ascension des vapeurs alcooliques n'aient pas lieu aux dépens du combustible, et dans tous les cas il s'établit ainsi dans l'appareil et pour surmonter ces obstacles, une pression qui donne lieu fréquemment à des fuites par les joints nombreux et les assemblages multipliés qu'il présente.

III. — Appareil Deroy fils aîné.

Cet appareil, qui est un des plus récents, est représenté fig. 11, pl. 3 ; la légende qui correspond au dessin de l'appareil, donne la nomenclature détaillée de toutes les pièces dont il est composé. Néanmoins, il est nécessaire de les rappeler ici, succinctement, afin

de faire mieux comprendre leur fonctionnement et la corrélation qui existe entre elles.

En toutes dimensions, et les capacités vont de 1.200 litres à distiller par 24 heures (n° 1) à 100.000 litres (n° 12), ces appareils peuvent être chauffés par la vapeur ; les petits seulement, c'est-à-dire jusqu'au n° 8, peuvent l'être à feu nu. Pour ce dernier mode de chauffage, il faut faire construire un fourneau. Quand on se sert de la vapeur, on construit un bâti pour supporter la chaudière et le chauffe-vin, comme le représente la figure :

La chaudière 1, garnie de tous ses accessoires, sert de base à la colonne de distillation, composée de 4 plateaux, suffisant à épuiser des vins ou jus fermentés à 8 degrés de force alcoolique, mais à laquelle on ajoute autant de plateaux que le degré du vin le nécessite. On met ordinairement un plateau supplémentaire par 2 degrés ; ainsi, une colonne de 5 plateaux épuiserait des vins à 10 degrés. Le dessin représente un appareil de six plateaux pouvant épuiser des vins à 12 degrés.

Le dôme 14 de la colonne à distiller supporte la colonne à rectifier 15, sur le chapiteau de laquelle repose le col de cygne 18, qui conduit la vapeur dans la partie tubulaire du chauffe-vin 19, puis de là par le coude 28 au serpentin du réfrigérant 25, d'où elle sort, condensée, par l'éprouvette 30.

Le chauffe-vin peut se relier intérieurement au réfrigérant, ce qui présente un grand avantage pour les contrées où l'eau est rare ; dans ce cas, la réfrigération s'opère à l'aide du vin ou du liquide fermenté que l'on a à distiller ; cependant, toutes les fois qu'il y a possibilité de le faire, il est préférable de rafraîchir avec de l'eau qui, arrivant à la base du réfrigérant par le

tuyau de l'entonnoir 32, s'écoule par le trop-plein placé à la partie supérieure.

Le liquide à distiller est introduit à la base du chauffe-vin par le tuyau de l'entonnoir 31, et se déverse, par le tuyau 24, sur le premier plateau de la colonne à distiller. Une cuvette régulatrice avec robinet flotteur destiné à y maintenir un niveau constant et portant à la base un robinet d'alimentation à cadran, quoique n'étant pas figurée sur le dessin, est fournie avec chaque appareil.

Au-dessus de la cuvette régulatrice se place un réservoir à vin auquel est fixé un tuyau aboutissant au robinet flotteur. Le robinet à cadran s'ouvre sur l'entonnoir 31. Ce réservoir est rempli à l'aide d'une pompe, ou autrement, et ne doit jamais se trouver vide tant que dure l'opération.

On commence par introduire de l'eau dans la chaudière, à l'aide du bouchon 6, jusqu'à ce qu'elle s'écoule par le siphon 3. On ouvre ensuite le robinet à cadran de la cuvette ; le vin, coulant dans l'entonnoir 31, arrive à la base du chauffe-vin, s'élève jusqu'au niveau du tuyau 24 et se déverse dans le premier plateau supérieur de la colonne à distiller. Chacun de ces plateaux est construit de manière à ne retenir qu'une faible partie du vin qu'il reçoit, et le trop-plein descend dans celui immédiatement au-dessous ; ainsi de suite, jusqu'à ce qu'il coule par le robinet d'épreuve 16. On ferme alors le robinet à cadran de la cuvette et le robinet 16, puis on allume le feu ou l'on introduit la vapeur. Le liquide de la chaudière ne tarde pas à entrer en ébullition ; la vapeur s'élève par les plateaux disposés de telle façon qu'elle n'arrive au plateau supérieur qu'après s'être chargée des principes alcooliques de la couche de vin qu'elle a traversée ;

elle passe ensuite dans la colonne de rectification, s'y épure, traverse le col de cygne, la partie tubulaire et le serpentin du chauffe-vin, le serpentin réfrigérant, et arrive condensée à l'éprouvette où l'on en constate le degré.

La distillation commencée, le vin s'épuise promptement ; il faut donc le renouveler, au fur et à mesure, pour rendre la distillation continue. On ouvre alors le robinet à cadran de manière à restituer aux plateaux une quantité de vin égale à celle qui s'y est épuisée.

Le vin, arrivant à la base du chauffe-vin, commence à s'échauffer graduellement au contact du serpentin, mais, parvenu à la partie tubulaire où il se trouve divisé dans des tubes qu'enveloppe entièrement la vapeur venant du col de cygne, il s'échauffe tout à fait, et c'est à une température déjà fort élevée qu'il tombe dans le plateau supérieur de la colonne à distiller.

La vapeur que produit la cucurbite monte toujours en sens contraire du vin qui descend de plateau en plateau, subissant à chacun d'eux un nouvel épuisement, de sorte qu'arrivé dans la chaudière ce n'est plus qu'un liquide inerte dépouillé de toute sa vinosité et dont l'appareil se débarrasse par le tuyau siphon 3 qui l'écoule au dehors.

Dans ces conditions, le liquide sortant à l'éprouvette possède déjà un degré alcoolique relativement élevé, facile à augmenter encore en ouvrant les robinets de rétrogradation qui permettent aux vapeurs condensées, dans le tambour à tubes et dans les premiers tours du serpentin du chauffe-vin, de retourner dans la colonne à distiller et de ne laisser arriver à l'éprouvette qu'un liquide épuré.

Les robinets de rétrogradation sont au nombre de deux pour les petits appareils, et de trois pour les

gros, à partir de 4,000 litres. Quand on ne les ouvre pas tous, ce qui est facultatif, il faut toujours commencer par celui du haut ; plus il y en a d'ouverts, plus le degré s'élève. Néanmoins il est bon de n'user des rétrogradations que lorsque la distillation est en bonne marche et le degré obtenu déjà d'une certaine force.

Il ne faut qu'un peu de pratique pour donner à ce genre d'appareil une marche parfaitement régulière, grâce à laquelle on obtient des produits supérieurs par ce fait que le vin passe seulement dans les différentes pièces sans y séjourner assez pour prendre un goût quelconque étranger à la provenance.

Il suffit d'entretenir l'alimentation pour que la distillation continue aussi longtemps qu'on le désire. On peut, sans inconvénient, l'interrompre momentanément : on arrête le chauffage et l'on ferme le robinet à cadran réglant l'arrivée du vin ; la distillation cesse et toute chose reste en l'état jusqu'à ce qu'il plaise de recommencer. Mais si l'on veut arrêter le travail pour un certain temps, il faut alors attendre que tout le vin contenu dans l'appareil soit épuisé ; car, même en fermant le robinet d'alimentation, il reste encore à distiller ce qui se trouve dans le chauffe-vin. On cesse donc l'introduction du vin, auquel on substitue un courant d'eau équivalent ; cette eau arrivant à la base du chauffe-vin en soulève graduellement le contenu primitif jusqu'à ce qu'elle passe à sa suite sur les plateaux ; le degré s'abaisse alors rapidement et quand il est descendu à 0 degré, on retire le feu et l'on vide l'appareil en ouvrant les robinets 5 et 27.

De temps en temps, il faut nettoyer l'appareil. On ôte le tampon 2, on projette de l'eau dans la chaudière, et, à l'aide d'un balai, on en nettoie le fond et les con-

tours. Les plateaux qui sont munis de tampons se nettoient avec le jet d'eau d'une lance d'arrosage; ceux qui n'ont pas de tampons sont lavés avec l'eau ayant servi à chasser le vin du chauffe-vin et qu'on laisse couler en abondance par le tuyau 24, afin que, descendant avec force de plateau en plateau, elle entraîne dans la chaudière toutes les impuretés qu'elle rencontre.

Le chauffe-vin a quelquefois besoin également d'un nettoyage sérieux. Après l'avoir vidé par le robinet 21, on fait couler de l'eau dans l'entonnoir 31 jusqu'à ce que toute la lie ou bourbe soit sortie par le tampon de nettoyage 20 : on doit aussi, avec une lance, projeter de l'eau sur le serpentin pour en détacher les matières visqueuses qui s'y déposent et nuisent à la réfrigération. Il est de même bon de nettoyer le réservoir à vin pour qu'il ne prenne pas mauvais goût.

IV. — Appareil distillatoire d'Egrot.

Nous aurions bien voulu indiquer aux agriculteurs qui se proposent de distiller des betteraves, des appareils plus simples que celui de Derosne, mais nous aimons mieux renvoyer au *Manuel du Distillateur* qui fait partie de l'*Encyclopédie-Roret;* seulement nous croyons devoir leur recommander un appareil inventé par M. Egrot fils, à Paris, constructeur d'appareils de ce genre, qui nous paraît réunir toutes les conditions d'un bon travail et du bon marché, et dont nous empruntons la description au *Traité d'alcoolisation générale* de M. N. Basset.

La figure 21, pl. 1, représente une distillerie complète, munie d'un appareil pouvant opérer en vingt-quatre heures sur 1,200 kilog. de betteraves.

A, colonne à distiller; cette colonne peut se composer de 3, 4 et 5 plateaux, suivant les quantités de vin que l'on veut distiller, et d'après leur organisation, ils peuvent distiller des quantités considérables telles que 90 et 100 hectolitres par vingt-quatre heures; il faut remarquer que pour opérer sur d'aussi grandes quantités, M. Egrot n'emploie que 6 plateaux au plus, tandis que dans les appareils belges, il en faut 18 et 20; les jus fermentés sortant de cette colonne sont parfaitement épuisés, il ne reste plus aucune trace d'alcool dans les vinasses.

a, col de cygne conduisant les vapeurs de la colonne dans le chauffe-vin; *b*, tuyau amenant les vins chauds du chauffe-vin dans la colonne.

B, chauffe-vin avec disposition pour ramener les petites eaux de la colonne A dans le chauffe-vin.

C, réfrigérant dans les conditions ordinaires.

c, tube portant les flegmes dans une cuve intermédiaire D, laquelle alimente à volonté la chaudière à rectifier.

E, chaudière à rectifier, soit de tôle, soit de cuivre; elle est munie d'un trou d'homme pour pouvoir la nettoyer à volonté, et dans le fond se trouve un serpentin ou spirale pour la chauffe.

F G, deux colonnes de rectification; on en met plus souvent trois, et quand l'appareil est grand, on monte la colonne par tronçons. Il est utile que les plateanx contenus dans cette colonne soient toujours bien propres pour obtenir de bons produits alcooliques.

H, chauffe-vin rectificateur.

I, réfrigérant.

Dans un appareil à rectifier ainsi disposé et bien conditionné, on peut obtenir dans toutes proportions des alcools à 95 degrés; et la marche à suivre est la

même que celle des appareils à distillation continue avec écoulement intermittent de la vinasse.

V. Appareils de distillation de MM. Champonnois, Cail, Savalle fils et Cie.

Comme nous ne prétendons pas dans ce manuel faire un traité de distillation, nous nous bornerons à indiquer ici quelques autres appareils, qui ont été appliqués à la distillation des jus de betteraves et autres matières sucrées.

1. Nous indiquerons d'abord l'appareil Champonnois, qui se compose d'une chaudière, d'une colonne au-dessus contenant 17 rectificateurs à calottes hémisphériques, d'un analyseur et d'un réfrigérant. La colonne est constituée par des tronçons cylindriques dont chacun porte, engagés dans une rainure circulaire interne, des disques percés d'une large ouverture centrale garnie d'un ajutage un peu plus élevé que les tubes de trop-plein verticaux alternativement placés aux deux bouts d'un diamètre du cercle. Le gros trou au centre est coiffé d'une capsule renversée dont les bords descendent d'un centimètre au-dessous du niveau du bord et forcent la vapeur qui s'élève à barboter dans le liquide.

L'analyseur est établi en lames contournées en spirales distantes entre elles de 1 centimètre. La vapeur arrivant par le tube central suit les contours du serpentin réfrigérant plat en spirale, et parvenue à la circonférence extérieure, elle se dégage dans le tube qui la conduit au condensateur. D'un autre côté, le liquide réfrigérant entre à la circonférence, circule dans les conduits spiraux, se rend au centre et se déverse dans un trop-plein qui le conduit, s'il est lui-même un li-

quide alcoolique à distiller, dans la colonne de rectification. Le liquide à distiller suit donc une marche inverse de celle de la vapeur, c'est-à-dire qu'il entre avec pression au bas du réfrigérant condensateur, formé de cylindres doubles, s'y élève, monte par un tube analyseur, le parcourt et tombe enfin dans la colonne de rectification ; descend de plateau en plateau, par les trop-pleins verticaux, s'y dépouille graduellement de l'alcool, et s'échauffant de plus en plus, arrive enfin dans la chaudière, d'où il s'écoule continuellement par un trop-plein, si l'appareil fonctionne de manière à ce que le moût fermenté soit à peu près dépouillé entièrement d'alcool dans son passage à travers la colonne. Il est bon d'utiliser la chaleur du liquide bouillant pour chauffer le moût dans son passage du réfrigérant condensateur à l'analyseur et en porter la température à 60° à 70°.

Cet appareil a été employé fréquemment dans l'industrie agricole pour la distillation des betteraves, et il est avantageux en ce qu'il ne fait présenter aux vapeurs que des espaces étroits, quoiqu'à grande surface de section, avantages qui se réduisent en une grande augmentation d'alcool bon goût et dans la dépense d'eau et de combustible.

Ce résultat a amené M. Champonnois à penser qu'il pouvait y avoir encore quelque chose à faire, et que la vapeur d'alcool, en sortant des condenseurs, même à passage étroit, pouvait encore retenir certaines vapeurs étrangères qui avaient échappé au contact des surfaces condensantes, et pour cela, il s'est proposé de simplifier les points de contact en tamisant, pour ainsi dire, la vapeur. Pour atteindre ce résultat, il s'agissait de rendre ces surfaces de contact actives en les entretenant constamment mouillées d'alcool riche et à la plus basse température.

M. Champonnois dispose, à cet effet, entre le condenseur ordinaire et le réfrigérant, une capacité de forme quelconque, mais de grande section dans laquelle les vapeurs progressent en montant. Au sommet de cette capacité s'échappe la vapeur qui va au réfrigérant ; elle est enveloppée à sa partie supérieure d'une sorte de collerette en forme d'entonnoir, et dont les bords inférieurs tangents au vase sont découpés en dents de scie ; c'est dans cet entonnoir qu'arrive l'eau réfrigérante, et les dents qui le terminent sont destinées à la laisser s'écouler, divisée sur toute la surface du vase. L'intérieur de celui-ci est pourvu de cônes *à claire-voie à diaphragmes percés d'une infinité de trous, d'un grillage ou d'une toile métallique.*

Les rétrogradations produites par le rétrécissement du sommet du vase rencontrent, en descendant, ces cônes à claire-voie et s'y répandent sur toute la surface, tandis que les vapeurs condensantes se divisant et se tamisant dans toutes les ouvertures, se mettent en contact avec toutes les parties mouillées de ces condensations. Mais celles-ci s'effectuent à la sortie des vapeurs, et, par conséquent, au titre alcoolique le plus élevé ; elles sont, en outre, à une température abaissée par l'influence réfrigérante des surfaces sur lesquelles elles se sont produites, et la vapeur montante qui les lèche sur tous les points, rencontre donc successivement, et dans l'état de division et de contact le plus grand, des couches d'alcool de plus en plus riches et à toutes les conditions les plus propres à condenser les dernières traces de vapeurs étrangères.

Les appareils à distiller en cuivre étant très coûteux, et les jus acidifiés exerçant une action corrosive sur ce métal, M. Champonnois les a remplacés par des colonnes en fonte d'un prix moins élevé, et est même

parvenu à les soustraire aux altérations qu'ils sont susceptibles d'éprouver en les recouvrant d'un vernis spécial appliqué à chaud et en entretenant sur les surfaces de contact un dépôt de sel fixe qui les met à l'abri de l'action corrosive.

L'enquête faite en 1864 par la chambre syndicale des agriculteurs-distillateurs, sur 500 fermes pourvues de distilleries de betteraves, suivant le procédé Champonnois, nous donne une idée de l'importance de ce système.

L'enquête a constaté que la betterave, dans sa distillation, était, avant l'époque de l'introduction de ce système, cultivée sur 1947 hectares, et qu'en 1864 cette racine occupait 21,405 hectares ; que les 500 exploitations ne produisaient autrefois en moyenne que 21,996 hectolitres de blé, production qui s'est élevée depuis à 26,770 hectolitres, soit par hectare, dans le premier cas, 19 hectolitres, et dans le second, 27 hect. 75 ; que ces fermes, avant l'introduction de la distillerie, entretenaient annuellement en moyenne 25,386 têtes de gros bétail et en engraissaient 6,955 têtes, alors qu'elles pouvaient, en 1864, en entretenir 51,449 têtes et en engraisser 46,656 têtes. Enfin, que les 500 exploitations, avant l'introduction du procédé Champonnois, occupaient en hiver 4,767 ouvriers, en été, 9,851, soit au total 14,618 personnes, tandis qu'en 1864, elles procuraient du travail, pendant l'hiver, à 14,718 ouvriers, et durant l'été, à 25,735 ; au total, 40,453 travailleurs.

Les 21,405 hectares cultivés en betteraves ont fourni, à raison de 35 tonnes par hectare, un rendement de 735,000 tonnes de racine qui, avec un produit moyen de 4 pour 100, ont donné annuellement 294,000 hectolitres d'alcool qui, au prix moyen de 50 fr. par hectolitre d'alcool brut, ont produit à la culture un revenu brut

de 14,700,000 fr., et à l'Etat un revenu de 29,106,000 fr.

Ces magnifiques résultats se sont probablement accrus depuis l'époque de l'enquête.

II. L'appareil de M. Cail se compose de deux chaudières chauffées soit à feu nu par le même foyer, soit par un tube barboteur ou mieux encore à l'aide d'un double-fond pour ne pas délayer le moût si le résidu sert à la nourriture du bétail. La première chaudière est pourvue d'un robinet de vidange, d'un robinet d'issue pour constater si les vapeurs sont débarrassées d'alcool et d'une soupape de sûreté. Un tube recourbé partant du dôme de la première chaudière plonge au fond de la seconde, s'y termine par une pomme d'arrosoir qui distribue ainsi la vapeur, déjà un peu alcoolique, de la première chaudière dans la seconde. La vapeur enrichie dans celle-ci s'élève dans une colonne, passe de plateau en plateau sous des calottes renversées faisant de chacun des 10 tronçons de colonne des rectificateurs, arrive très chargée d'alcool au sommet de la colonne, d'où un tube en siphon la conduit dans un déflegmeur rectificateur. Après avoir déposé les parties les plus aqueuses, la vapeur d'alcool arrive dans un serpentin rectificateur et analyseur; quatre tours d'hélice de ce serpentin sont munis de robinets au moyen desquels on peut faire retourner à volonté le liquide condensé dans le déflegmeur rectificateur. Enfin, la vapeur la plus alcoolique s'échappe au sommet du serpentin pour se rendre finalement dans le serpentin condensateur. L'alcool condensé s'écoule par l'éprouvette dans les réservoirs.

La marche de la matière à distiller est inverse de celle des vapeurs. Pompée à la partie supérieure de l'appareil, elle traverse d'abord le vase contenant le serpentin rectificateur, s'y échauffe, coule sur les

plateaux de la colonne, qu'elle descend successivement pour s'écouler dans la chaudière supérieure, et de là dans celle inférieure après qu'elle a été vidée.

Si la matière à distiller est épaisse, on munit d'agitateurs les vases qu'elle traverse. 100 hectolitres de matières farineuses peuvent, avec cet appareil, fournir 25 à 30 hectolitres d'alcool à 95°.

III. Les appareils de MM. D. Savalle fils et Cie servent, les uns à obtenir des eaux ordinaires, les autres à la rectification.

1° L'appareil Savalle pour la distillation se compose : 1° d'une chaudière formant soubassement de colonne ; 2° d'une colonne composée d'une série de tronçons à plateaux ; 3° d'un brise-mousses qui s'oppose à l'entraînement des vins dans l'éprouvette ; 4° d'un chauffe-vin réfrigérant tubulaire ; 5° d'un réservoir à moût ; 6° d'une éprouvette graduée en cristal ; 7° d'un régulateur de chauffage de l'appareil.

La colonne distillatoire se compose de tronçons fermés par des plateaux perforés pour que la distillation s'opère en utilisant toute la chaleur de la vapeur. Ces plateaux présentent à la vapeur des passages dont la position varie sur chaque tronçon qui est pourvu d'une cuvette ou boîte où le liquide s'accumule et dont le trop-plein s'écoule par un ajutage qui le déverse dans le tronçon inférieur.

Le chauffe-moût sert à la fois à chauffer le moût et à refroidir les flegmes, et le régulateur de chauffage assure le fonctionnement de l'appareil, y maintient une chaleur proportionnelle à l'alimentation en vin, évite les coups de feu, les soubresauts violents, ou le manque de vapeurs, accidents qui troublent la marche des autres appareils. Suivant l'inventeur, il permet même d'employer à la surveillance du travail l'ouvrier

le moins exercé, enfin il assure à la distillation une grande régularité qui contribue à la bonne qualité des produits.

Indépendamment des modifications apportées aux parties internes des autres appareils, celui Savalle se distingue donc par son purgeur de mousses, son régulateur et la suppression des masses énormes assignées aux chauffe-moûts et aux réfrigérants des anciens appareils.

2° L'appareil rectificateur Savalle se compose : 1° d'une chaudière à deux compartiments, contenant un serpentin de chauffage et une couronne de vapeur ; 2° d'une colonne composée d'un certain nombre de plateaux perforés que les vapeurs traversent en montant, en suivant à chaque plateau des passages différents et où elles font bouillir une couche de liquide maintenue constamment de même épaisseur sur chaque plateau. Le liquide alcoolique descend ainsi de plateau en plateau en se déversant par des trop-pleins dans des boîtes insérées en contre-bas sur ces plateaux ; 3° d'un condenseur tubulaire ; 4° d'un réfrigérant tubulaire ; 5° d'un régulateur de vapeur réglant à un millième d'atmosphère ; 6° d'un réservoir d'eau froide ; 7° d'une éprouvette recevant les produits, construite d'après un nouveau principe et indiquant au distillateur le volume d'alcool qui y passe, son degré et sa température.

Quant à la manière dont cet appareil fonctionne, voici quelques détails sommaires.

Le compartiment inférieur de la chaudière étant chargé de flegmes à rectifier, on porte ceux-ci à l'ébullition, en introduisant la vapeur du générateur dans le serpentin de chauffage de cette chaudière. Les vapeurs alcooliques traversent le double-fond, rem-

plissent le compartiment supérieur de la chaudière et s'élèvent à travers les plateaux de la colonne. A ce moment, on ouvre un robinet d'eau pour alimenter le condensateur en eau froide, et les vapeurs alcooliques qui sortent de la colonne, entrent dans ce condensateur tubulaire où elles se condensent et retournent sous forme liquide successivement sur les plateaux de la colonne. Lorsque ceux-ci sont chargés d'alcool, on ferme le robinet d'eau de manière à ne plus condenser que les 2/3 environ des vapeurs alcooliques qui arrivent. Ces 2/3 retournent donc dans la colonne, parcourent successivement tous les plateaux et descendent enfin dans le deuxième compartiment de la chaudière. Les vapeurs de la chaudière inférieure sont ainsi purifiées et condensées partiellement dans le deuxième compartiment avant de monter dans la colonne.

Les vapeurs non condensées dans le condenseur se rendent à l'analyseur, y déposent les parties aqueuses qu'elles ont entraînées et passent de là au réfrigérant.

Les premiers produits sont éthérés et de mauvais goût ; on les met à part ; l'alcool qui arrive ensuite est à un haut degré, 95 à 97° centésimaux et de bonne qualité.

Pendant toute l'opération, l'appareil fonctionne avec régularité par l'emploi du régulateur qui, en maintenant une pression de vapeur toujours identique dans l'appareil, conserve un débit constant de cette vapeur, par les orifices fixes qui lui sont assignés dans la colonne, de façon que la production est très régulière.

Sur le compartiment supérieur de la chaudière est placé un thermomètre à vapeur qui indique par ses

degrés le moment où cette chaudière est épuisée d'alcool. On ouvre alors un robinet au bas de la colonne pour diriger le liquide qui s'écoule de celle-ci au réservoir aux huiles. On arrête la vapeur venant du générateur qui chauffe l'appareil. La pression dans la colonne se détruit, le contenu des plateaux se vide par le robinet indiqué ci-dessus ; on vide l'eau de la chaudière, et l'opération est terminée.

Voici le relevé d'une opération qui a été faite pendant la campagne de 1863 à 1864 avec l'appareil rectificateur Savalle à la distillerie de Corbins, près Lagny.

Chargement de la chaudière, 120 hectolitres de flegmes à 50° formant en alcool 60 hectolitres ; diamètre de la colonne de rectification, 0m70 ; durée de l'opération, 31 heures ; rendement en esprit extra-fin à 96°, 210 litres par heure.

Produits divers et quantités proportionnelles.

Alcool extra-fin à 96°.....	54 hectol.	soit 90 p. 100.
— mauvais goût à 94°	4.20	7 —
— mauvais goût à repasser..........	0.60	1 —
Perte et déchet..........	1.20	2 —
Quantité égale au chargement..................	60.00	100 —

MM. D. Savalle et Cie sont également inventeurs d'un appareil pour l'épuration méthodique et continue des alcools et d'un appareil perfectionné pour la purification des alcools, qui a pour objet d'augmenter la puissance de leurs appareils, de produire plus économiquement et de fournir des alcools encore plus fins ; mais la description de ces appareils et des avantages

qu'ils présentent nous entraînerait trop loin et il vaut mieux, pour obtenir des renseignements à cet égard, s'adresser à la maison pour la vente des appareils, avenue d'Orléans, 93, à Paris.

Nous donnerons encore ici le résumé des opérations faites avec l'appareil rectificateur perfectionné pendant le mois d'octobre 1866, à l'usine de M. E. Porion, à Wardrecques, près Saint-Omer (Pas-de-Calais).

Moyenne, résumé d'un mois de travail :

3/6 mauvais ...	62hect.84lit.	ou 3 p. 100
3/6 moyens	445 . 82	21.28
3/6 extra-fins ..	1495 . 70	71.60
3/6 mauvais ...	43 . 31	2.35
Perte	37 . 21	1.77 (1)
Total.....	2085hect.88lit.	ou 100.00 p. 100

L'appareil a coulé bon goût pendant 273 heures 15 minutes, soit 576 litres 1/2 à 95 degrés par heure de coulage bon goût.

Nous terminerons les détails dans lesquels nous venons d'entrer, par la description de la nouvelle éprouvette-jauge, récemment imaginée par MM. Savalle fils et Cie, qui est représentée dans la figure 1, pl. II, et s'applique aussi bien aux appareils de rectification qu'aux colonnes en fonte et en cuivre de cet inventeur.

Par sa disposition, cette éprouvette-jauge indique d'une manière exacte la quantité d'alcool que l'appareil peut produire par heure, si le travail est fait avec régularité, avantage très important pour les chefs d'usines qui, de cette manière, contrôlent facilement l'ouvrier chargé des opérations.

(1) Dans les appareils à calotte, cette perte s'élève à 5, 6 et parfois 8 pour 100.

Le principe de sa construction est basé sur l'écoulement différentiel des liquides par un orifice donné, soumis à des pressions différentes. Elle se compose d'un vase en cristal E muni de son tube gradué, vase placé au centre du plateau-réservoir L qui, en même temps qu'il le garantit, sert de réceptacle à l'alcool en cas de rupture.

Sous ce plateau est une tubulure en cuivre C, communiquant par sa bride latérale avec le tuyau B qui amène les alcools du réfrigérant, et par sa bride inférieure avec le réservoir de distribution G. D est un robinet de dégustation.

L'alcool descend dans ce réservoir par l'orifice F d'où il est distribué soit par le robinet J donnant issue aux alcools bon goût, soit par celui I des alcools secondaires, soit enfin par le robinet inférieur qui permet l'écoulement des alcools mauvais goût.

L'alcool arrivant du réfrigérant par le tube B remplit d'abord la tubulure C autour du tube gradué F, baigne le robinet de dégustation D, et monte pour se déverser graduellement par l'orifice d'écoulement pratiqué en F sur le tube gradué. Cet orifice n'ayant qu'une section d'ouverture restreinte, le jet d'alcool, quoiqu'arrivant sans cesse, ne peut y passer en entier. Le niveau du liquide s'élève alors dans l'éprouvette jusqu'au point où la pression qu'il opère sur l'orifice d'écoulement devient assez forte pour faire débiter à l'orifice le volume d'alcool qui arrive. La nappe du liquide dans l'éprouvette subit ainsi des variations de niveau constatées par une graduation dont chaque division correspond à un volume différent et indique la quantité de liquide écoulé par heure.

Les alcools se rendent de l'éprouvette dans le réservoir de distribution G muni de trois robinets. Le

robinet inférieur communique au réservoir qui doit contenir les alcools mauvais goût ; le robinet I sert d'écoulement au réservoir des alcools secondaires ; le robinet J donne accès aux alcools bon goût. Les trois robinets sont disposés de telle sorte que s'il s'échappait la plus petite quantité d'alcools mauvais goût à la fin d'une opération, ils iraient tomber au fond de la boule G, pour se rendre de là par le robinet inférieur au réservoir mauvais goût.

On voit que l'alcool arrive par la partie inférieure sans secousse, uniformément, ce qui évite de pratiquer une ouverture dans l'éprouvette, permet de la clore hermétiquement, et d'éviter toute perte d'alcool.

Le robinet de dégustation, le plateau-réservoir protégeant l'éprouvette, la distribution des diverses qualités de produits sont des perfectionnements réels, et le seul point à indiquer aux distillateurs est le mode de détermination de l'ouverture variable qu'il faut donner à l'orifice d'écoulement F pour chaque appareil distillatoire différent.

Au moyen d'une règle posée sur la bague placée au-dessus de cet orifice F, on devra l'abaisser progressivement, de telle sorte qu'en pleine marche on fasse remonter le liquide à la graduation 15. L'éprouvette ainsi réglée, on voit immédiatement si l'appareil s'emporte ou ralentit ; dans le premier cas, le niveau du liquide montera en débordant par le haut du tube F ; dans le second, la nappe de liquide descendra de un ou plusieurs chiffres de la graduation.

Pour régler l'éprouvette, il faut tenir compte de deux conditions essentielles : la première, que le réservoir d'eau de condensation soit toujours plein, et son niveau maintenu constant par un tube trop-plein qui fonctionne sans interruption, et cela afin d'avoir

une condensation toujours égale. La seconde condition exige que le distillateur ouvre le robinet d'eau de condensation, exactement au point requis pour le bon fonctionnement de l'appareil.

Les effets produits par l'abaissement de la bague n'étant pas immédiats et n'ayant lieu qu'au bout de quelques minutes, il faut agir petit à petit et rester au moins 20 minutes à chercher le point de régularité demandé, de manière à se rendre bien compte des effets de chaque rétrécissement de l'orifice d'écoulement; sans cela on dépasserait le point voulu et on se verrait forcé de recommencer le travail en relevant la bague à nouveau.

L'observation a appris que pour un débit de 400 litres à l'heure, l'orifice doit avoir 60 millimètres carrés. On calcule aisément, d'après cette donnée, l'orifice pour les divers appareils auxquels on applique l'éprouvette.

MM. Savalle et Cie construisent aussi un ensemble de deux éprouvettes dont l'une sert à l'écoulement des flegmes et l'autre à celui des alcools provenant du rectificateur. Enfin, ils ont fait construire un alcoomètre à tige restreinte qui s'adapte à leur nouvelle éprouvette. Son échelle commence à 50 degrés et se termine à 100, et les subdivisions y sont faciles à reconnaître. Cet alcoomètre n'a que 2 centimètres de longueur ; il tient peu de place et est moins susceptible de se briser.

VI. — Appareils Siemens de Hohenheim.

Beaucoup de ces appareils servent aux démonstrations dans l'enseignement de Hohenheim, cependant M. Siemens a eu fréquemment l'occasion de faire

établir plusieurs de ces derniers appareils sur une grande échelle, et il a appris, par conséquent, à connaître leur allure et leur rendement.

L'appareil qu'on va décrire appartient à cette catégorie.

A. *Appareil distillatoire proprement dit*, fig. 17 à 21, pl. 2.

Cet appareil n'existe dans l'institution qu'à l'état de modèle, cependant, comme sa disposition paraît convenir très bien à une exploitation de moyenne importance, il a été installé dans douze distilleries, sous des grandeurs différentes, pour le travail de 40 quintaux métriques de pommes de terre par jour.

Dans cet appareil, les deux chaudières au moût A et B, ainsi que le chauffe-moût C, sont entourés d'une enveloppe commune en bois et établis avec des fonds en fonte. Sur la partie supérieure du réchauffeur s'élève la colonne de rectification D, et immédiatement au-dessus d'elle le déflegmeur E, puis, près de celui-ci, un second déflegmeur F, combiné avec la disposition de l'ancien déflegmeur à couronne de M. Siemens. Comme réfrigérant, on fait usage, suivant la qualité des eaux froides, soit d'un réfrigérant en zigzag de Babo, soit, comme on l'indique dans les figures, d'un serpentin ordinaire, renfermé en entier dans le cylindre G ; H est le récipient et I le réservoir qui amène l'eau froide.

On établit l'appareil en bois résineux de cœur, aussi exempt de nœuds qu'il est possible, ou du moins de nœuds qui le traversent entièrement, et on le fortifie et le relie avec des cercles épais en fer et des écrous, afin de faciliter le travail pour resserrer dans le cas où le bois viendrait à jouer.

Le réchauffeur est chargé de moût par la tubulure *a*, moût qu'on fait écouler par le bouchon *b* dans la chaudière supérieure et par la soupape *c*, qu'on ouvre du dehors, dans la chaudière inférieure. La vinasse est évacuée par le robinet *d*.

Les soupapes e, e^1, e^2, garnies de caoutchouc, servent à l'expulsion de l'air lorsqu'on charge l'appareil. Une manivelle *f* fait tourner l'agitateur dans le réchauffeur. Les chaudières et le réchauffeur sont pourvus de grands trous d'homme, et f^1 indique le mode de fermeture de celui du milieu. C'est sur le cône *g*, qui est pourvu d'un robinet, qu'on place l'éprouvette d'essai. La vapeur arrive par le tuyau *h*, qui porte, comme à l'ordinaire, cette vapeur jusqu'au milieu du fond inférieur, puis par un tuyau ascendant, jusqu'au-dessus du niveau du moût, dans la chaudière. Ce tuyau est couvert par un autre d'un plus grand diamètre, fermé par le haut, de façon que cette vapeur redescend dans le moût. Le même mode sert à transporter les vapeurs du moût de la chaudière inférieure dans celle supérieure. Dans celle-ci la vapeur s'élève à travers le cône du réchauffeur, directement dans la colonne de rectification D, de celle-ci dans le premier déflegmeur E, et passe par le tuyau *i* dans le second F. Un tuyau K transporte les vapeurs alcooliques dans le réfrigérant G, le robinet *l* restant fermé. Si on ne veut produire que l'eau-de-vie, on ouvre ce robinet et le liquide condensé dans la couronne extérieure à déflegmer F coule dans le réfrigérant, tandis que pour obtenir de l'esprit, il est ramené par les tubes *m* et *n* de la colonne de rectification D. Le tuyau *o* verse l'eau du réservoir I dans le réfrigérant. De celui-ci, cette eau déjà chaude remonte par le tuyau *p* dans la couronne extérieure du déflegmeur F, et de celle-ci, par *q*, descend en E

où elle est évacuée par *r*. Le chevalet S sert d'appui au second déflegmeur.

La disposition intérieure d'un appareil de ce modèle a été représentée dans la figure 19, où on a supprimé le réfrigérant comme pièce d'une moindre importance, mais avec la disposition adoptée dans ces derniers temps, d'une conduite de vapeur tournante pour la chaudière inférieure.

Dans cette figure 19, A et B sont les chaudières inférieure et supérieure ; C, le réchauffeur ; D, la disposition de la colonne de rectification ; E et F, celles du premier et du second déflegmeur. L'assemblage bien simple qu'on voit clairement ici, du fond en fonte et de la paroi en bois, n'a pas besoin d'autre explication. Les fonds portent en dessous des nervures pour les rendre plus résistants, et suivant leur diamètre, on les moule d'épaisseurs diverses. Un fond de 1^{m}20 de diamètre pèse 125 kilogrammes.

Le réchauffeur est rempli de moût par la tubulure *a* ; ce moût coule par l'orifice fermé par le bouchon *b* dans la chaudière supérieure, et par *c* dans celle inférieure, de laquelle il peut être évacué à l'état de vinasse par la vidange *d*, ainsi qu'on l'a dit précédemment. Le bouchon en caoutchouc *b* est, pour opérer une fermeture plus hermétique, chargé d'un cône en fonte 1 du poids de 7 à 8 kilog., et la tige de ce bouchon est assemblée, dans le haut, sur un bras de levier 2, qu'on peut facilement manœuvrer d'en bas pour ouvrir ou fermer le bouchon. Le cône 3 joue ici le rôle d'une boîte de bourrage pour rendre étanche le passage de la tige au travers du fond supérieur du réchauffeur. Le poids d'une pareille fermeture par un semblable cône convient mieux qu'en boîte à étoupes ordinaire avec chapeau à vis.

En *c*, l'orifice est fermé en dessous par un bouchon de caoutchouc 4, et le bras courbe 5 qui porte le bouchon est assemblé avec l'arbre 6. Cet arbre roule sur un appui 7 à l'intérieur de la chaudière et dans une boîte de bourrage à l'extérieur de celle-ci. Un levier assemblé avec cet arbre sert à le faire tourner et on peut le fixer au moyen d'un encliquetage, ainsi qu'on l'a représenté en *c* dans la figure 17. Cette fermeture par dessous présente cet avantage qu'il est bien rare qu'elle cesse d'être étanche par des impuretés restées dans le moût, telles que de la paille, des germes, des fragments de balais, etc., qui s'engagent dans l'orifice. De même aussi dans le mode d'établissement de la fermeture à soupape *d*, il est rare qu'il y ait obstruction et ce modèle est d'une construction bien plus économique qu'un robinet ou un bouchon de même diamètre. Les soupapes à clapet e, e^1, e^2 sont également préférables à des robinets, parce qu'elles ferment mieux et ne s'engorgent pas aussi facilement. Le volant agitateur bien simple du réchauffeur est calé sur un arbre carré au moyen de vis, et on le fait tourner avec la manivelle *f*. Les trous d'homme sont indiqués en f^1, f^2, f^3.

On voit par la section fig, 19 et la coupe horizontale fig. 18, la disposition du conduit tournant de vapeur.

Pour établir la cage de la roue à palette qui figure dans l'appareil et qui est une sorte de turbine à vapeur, le fond inférieur 8 de la chaudière présente un collet circulaire de 10 centimètres de hauteur, venu de fonte. Pour fond inférieur 9 on pourrait très bien employer une plaque de fonte. La roue à palette de Hohenheim est établie en fer-blanc épais ; elle se compose d'un plateau 10 où l'on remarque deux grands orifices pour la circulation de la vapeur ; à 5 centimètres du collet et sous le plateau est arrêtée une couronne haute de 5

centimètres, qui sert de paroi postérieure aux palettes 11. Celles-ci sont disposées obliquement afin que les vapeurs affluentes opèrent mieux dans la direction de la rotation du plateau ou de la roue. Dans son milieu le plateau 10 est renforcé pour pouvoir le caler sur l'arbre 12. Cet arbre repose dans le bas sur le plateau inférieur 9 et dans une cavité qui lui sert de crapaudine ; dans le haut il passe à travers le tuyau 13 dont le fond est fermé, mais percé d'orifices latéraux pour l'échappement de la vapeur, et plus haut il est assemblé sur le manchon de recouvrement tournant 14.

Ce manchon, qui sert à ramener la vapeur de haut en bas, est fermé dans sa partie inférieure par deux anneaux en laiton, dont celui inférieur est assemblé sur le tuyau 13, et celui extérieur sur le tuyau 14. Ces anneaux s'ajustent exactement l'un dans l'autre et constituent le guide inférieur pour la rotation du tuyau extérieur. La vapeur, dans ce cas, s'échappe par les deux tubes courbes 15 fermés en avant par des clapets afin d'empêcher le moût d'y pénétrer.

Le tuyau conducteur de vapeur *h* se rétrécit et amène la vapeur, comme on peut le voir dans la section horizontale, fig. 18, dans une direction tangente à la roue à palette. La portion antérieure et dilatée de ce tuyau est ramenée vers le bas et pourvue, en ce point, d'une soupape à air h^1, qui consiste tout simplement en une boule de caoutchouc qui ferme l'orifice intérieurement. Cette soupape sert dans le cas où il surviendrait tout à coup dans l'appareil un vide ou une condensation des vapeurs. Le robinet 16 est employé à évacuer l'eau de condensation qui a pu se rassembler dans la cage de la roue.

Les vapeurs de la chaudière inférieure remontent par le tuyau 17, redescendent par le manchon de recou-

vrement 18 et se distribuent par les tuyaux courbes 19,19 dans le moût de la deuxième chaudière. De ce manchon de recouvrement part un tube 20 qui conduit la vapeur de la chaudière inférieure, par le robinet *g* dans le cône qui reçoit l'éprouvette pour essais.

Les vapeurs de la deuxième chaudière montent à travers le cône du réchauffeur dans la partie inférieure de la colonne de rectification. Là, elles arrivent sous l'écran 21 qui sert à retenir quelques particules du moût qui peuvent avoir été entraînées. La première chambre de la colonne de rectification contient, suivant le diamètre de cette colonne, de 3 à 5 tronçons de tubes conducteurs de vapeur, qui sont surmontés par des capsules renversées ou capuchons, comme dans les appareils français.

La troisième et la quatrième chambre sont pourvues de tubes distributeurs pour l'insufflation des vapeurs. La figure 20 indique cette disposition en plan. De la capsule du milieu 22, la vapeur se distribue suivant la grandeur de l'appareil dans 4 à 7 tubes horizontaux 23, 23 clos sur le devant, mais pourvus par dessous et sur toute leur longueur d'une rainure de 2 à 4 millimètres de largeur. De cette rainure, la vapeur s'élance sur le liquide distribué uniformément entre les cloisons 24, 24 et est ramenée par les tuyaux d'écoulement 25, 25 d'une chambre dans l'autre et de la chambre inférieure, quand on ne l'évacue pas à dessein, par le tube 25 elle redescend dans le réchauffeur.

Les chambres de la colonne de distillation consistent, sans qu'on puisse le constater sur les figures, en capsules posées les unes au-dessus des autres qui entrent exactement l'une sur l'autre dans la colonne, disposition qui permet, après qu'on a enlevé le déflegmeur E, d'entreprendre les nettoyages complets de l'appareil.

Le fond supérieur qui ferme la colonne porte les tubes de petit diamètre 27, 27 qui conduisent les vapeurs dans le haut jusque dans les tubes 28, 28 de plus grand diamètre du déflegmeur D. Ces tubes font redescendre ces vapeurs dans la capacité 29 où, par le tube de communication *i*, elles passent dans la portion inférieure du second déflegmeur F. Là elles sont distribuées bien uniformément par le fond de tamis 30 dans les petits tubes 31 et amenés par les tubes rectificateurs 32 dans la capacité 33. De celle-ci, le tube 34 les conduit dans la couronne à déflegmer 35, 36 et 37, ainsi qu'on le voit dans la figure 21, et en quittant celle-ci, les vapeurs les plus riches en alcool arrivent dans le tube *k* qui les mène au réfrigérant.

Si on ne veut obtenir que de l'eau-de-vie avec cet appareil, on ouvre le robinet *l* pour que le liquide déflegmé dans la couronne coule dans ce réfrigérant, tandis que quand on ferme ce robinet, ce liquide est amené par *m* et *n* dans la colonne de rectification.

Pour verser l'eau à déflegmer dans le réfrigérant, on a recours au tuyau *p*. Cette eau coule de la couronne extérieure vers celle intérieure, et de là par le tube *q* dans le déflegmeur à tube inférieur qui la laisse écouler au dehors par *r*. Les robinets *s*, *s* sur les tuyaux coudés *m* et *n* servent à faire écouler au terme de l'opération, les liquides qui s'accumulent en ces points, lorsqu'on craint en hiver que ces liquides ne se congèlent.

B. *Appareil distillatoire avec une seule chaudière à moût*, fig. 22, pl. 2.

M. Siemens a cherché à écarter les inconvénients de l'emploi d'une seule chaudière. La figure 22 re-

présente un appareil de ce genre dans lequel A est la chaudière, B, le réchauffeur, C, la colonne de rectification et D, le déflegmeur.

Le tube *a* sert à remplir le réchauffeur, le bouchon *b* à remplir la chaudière, le robinet-soupape *c* à la vidange de la vinasse, *d* est le conduit de vapeur avec soupape à boule *e* ; *f* le capuchon distributeur de vapeur, *g* la roue à palettes ou turbine qui sert à faire tourner le manchon extérieur, *h* le cône du réchauffeur, *i* le capuchon qui ferme le conduit direct dans la colonne de rectification, *j* un bouchon fermant le capuchon, *k* la tige en laiton pour pousser en avant ou en arrière ce capuchon, *l* le tuyau qui amène la vapeur dans le réchauffeur ; quant à l'échappement des vapeurs du réchauffeur dans la colonne de rectification, il s'opère par la soupape *m*. Dans cette colonne de rectification, *n* indique la capsule de vapeur avec les tubes distributeurs pour l'injection de la vapeur, *o* les tubes d'écoulement pour les flegmes, *p* les tubes conducteurs des vapeurs dans le déflegmeur D ; *q* les tubes déflegmeurs, *r* l'espace de vapeur pour le dépôt du liquide condensé, *s* les ajutages pour l'écoulement de la vapeur au réfrigérant, *t* le conduit de l'eau pour déflegmer, *u* son trop-plein, *v*, *v* les soupapes d'air de la chaudière et du réchauffeur, *w* l'agitateur à ailettes du réchauffeur, *x* le cône de l'éprouvette d'essai, *y* le robinet d'évacuation pour l'eau de condensation de la cage de la turbine à vapeur.

Il n'y a de neuf ici que la fermeture du cône chauffeur *h* qui débouche et s'ajuste sur l'ouverture au milieu du fond supérieur et qui est coiffée d'un capuchon *i* dont l'orifice est clos par un tampon *j* qu'on manœuvre au moyen de la tige en laiton *k*. Pour amener en avant et repousser cette tige, elle est pourvue d'un

pas de vis dont l'écrou est arrêté sur le bord supérieur du corps en bois. Un tour de la manivelle vers la droite pousse en avant ce tampon, tandis qu'un tour vers la gauche le ramène en arrière. C'est de cette manière qu'il devient facile d'introduire directement la vapeur dans la colonne de rectification ou d'en interrompre l'afflux.

L'accès direct de la vapeur doit subsister aussi longtemps que le produit distillé marque encore une force suffisante, mais dès qu'il n'en est plus ainsi, cet accès cesse et la vapeur est forcée de s'échapper du cône par le tube *l* dans le moût du réchauffeur. Tant que la vapeur se dégage librement sans contre-pression, ce tube est fermé par le moût lui-même, mais dès que ce moût a atteint le point d'ébullition, les vapeurs qui se forment s'échappent par la soupape *m* dans la colonne de rectification. L'épuisement de la chaudière est alors à peu près atteint, ce qu'on peut constater exactement à l'aide de l'éprouvette en *x*, ainsi qu'on l'a expliqué. La vinasse est évacuée par *c* et on arrête l'arrivée de la vapeur, parce qu'il reste encore assez de pression pour que cette évacuation s'opère promptement.

Avant de fermer la soupape, on laisse néanmoins encore revenir la vapeur pour favoriser la vidange complète et pour s'assurer qu'il ne reste plus de vinasse. Après l'évacuation, on ferme la voie à cette vapeur, on ouvre les soupapes à air *v* et on soulève le bouchon *b* pour charger de nouveau, puis on ouvre le tampon *i* et on agite le moût dans le réchauffeur, afin qu'il ne s'y dépose pas de parties épaisses. Dès que le réchauffeur est plein, on fait arriver de nouveau la vapeur de chauffage, et lorsque ce moût commence à bouillir dans le réchauffeur, la distillation ne tarde pas à recommencer.

L'appareil organisé sur ce modèle à Hohenheim n'ayant que 0m.90 de diamètre et une hauteur de 1m.80 pour la chaudière et le réchauffeur, peut, avec un chargement de chaudière de 225 litres, convertir aisément en 12 heures le moût de 9 quintaux métriques de pommes de terre en bonne eau-de-vie du commerce.

C. *Distillation à combinaison alternante de vapeur,* fig. 23, pl. 2.

Quand on veut travailler de grandes quantités, il ne convient pas d'établir la chaudière et le réchauffeur dans un seul et même vase en bois, parce que celui-ci acquerrait ainsi une grandeur colossale, M. Siemens a donc préféré dans ce cas établir les chaudières au même niveau avec combinaison alternante du conduit de vapeur.

Dans l'atelier de distillation de Hohenheim, on a monté un appareil de ce modèle qui permet de démontrer son mode de travail comme enseignement. M. Siemens a eu néanmoins l'occasion d'organiser deux appareils de ce genre dans la Silésie autrichienne et en Galicie, dont le plus grand suffit pour travailler par jour le moût de 150 quintaux métriques de pommes de terre.

La figure 23 offre une représentation de celui qui a été organisé à Hohenheim.

A et B sont les deux chaudières à moût, C, le réchauffeur, E, la colonne de rectification, F, le déflegmeur, et D, le récipient aux petites eaux des deux chaudières. Les chaudières et le réchauffeur sont à Hohenheim pourvus de fonds en fonte. Pour récipient aux petites eaux, on s'est servi d'un vase en métal, et

pour les grands appareils de vases aussi en bois avec fonds en fonte. Sous le fond également en fonte du réchauffeur, est placé un deuxième récipient des petites eaux G en cuivre, ce qui a permis d'assembler tous les conduits de vapeur sur des parois en métal.

La disposition pour la combinaison alternante du conduit de vapeur n'est pas celle indiquée par Gall, elle est empruntée à un petit appareil du comte polonais Ozarowski, dont l'inventeur a fait don à l'Académie, disposition beaucoup plus simple et par conséquent préférable.

Le remplissage des chaudières, avec le contenu du réchauffeur, s'opère par les bouchons en caoutchouc a^1 et a^2 et par les tuyaux conducteurs b^1 et b^2. La vidange de ces chaudières s'exécute tout aussi simplement à l'aide des bouchons c^1 et c^2. La vapeur de chauffage arrive par le robinet *d*, et de là, dans la position où ce robinet se trouve dans la figure par le tuyau e^1 dans la chambre A. Le tuyau f^1 la conduit au centre du fond de la chaudière, où elle s'élève comme on l'a représenté pour la chaudière supérieure de la figure 19, et redescend par un tuyau d'un plus grand diamètre qui couvre ou entoure celui ascendant.

C'est avec cet appareil qu'on a tenté l'expérience de faire tourner le manchon qui sert à faire redescendre la vapeur par sa force vive lors de son échappement. Pour observer cette rotation, et en cas de besoin pour pouvoir l'entretenir, le tuyau de distillation de vapeur est assemblé avec l'arbre g^1 qui traverse le tampon du trou d'homme au milieu du fond supérieur en fonte. Dans la grande distillerie de Dancowice, en Galicie, cet arbre, attendu que la force vive de la vapeur ne suffit pas pour faire tourner, est pourvu d'une roue qu'un engrenage met

en mouvement, ce qui constitue un appareil moteur très convenable, qu'on ne saurait trop recommander pour toutes les grandes chaudières (1).

En avant des tubes f^1 et f^2 sont placées les soupapes d'air n^1 et n^2 formées simplement d'une balle de caoutchouc, ainsi qu'on l'a dit précédemment.

A raison de la courte interruption dans la distillation qu'on remarque dans cet appareil, son rendement est très satisfaisant, et ses frais d'installation pour les grands appareils, puisque les avances pour tubes, robinets sont bien moindres, ne sont pas aussi élevés.

Ce petit appareil alternant a été en travail continu à Hohenheim pendant tout l'hiver, en travaillant par jour 7 1/2 quintaux métriques de pommes de terre.

D. *Appareil pour une distillation continue*, fig. 24, pl. 2.

Cet appareil a été établi d'une manière particulière. La figure 24 en représente l'organisation.

A et B sont les chaudières alternantes ; C, le récipient de distillation pour les étages qui y sont contenus ; D, la colonne de rectification ; E et F, deux déflegmeurs tubulaires ; G, des tubes réchauffeurs du moût ; H, le réfrigérant en zigzag de Babo, assujetti

(1) Dans le moment actuel, le petit appareil de Hohenheim, qui a été représenté dans les figures 17 et 19, a été pourvu de la disposition pour faire tourner le tube de distribution au moyen de la turbine à vapeur, et on n'a pas pu déterminer d'une manière certaine l'utilité de l'appareil décrit dans le texte, qui n'a été appliqué qu'à une seule chaudière.

ici sur l'une des parois. Les plus grandes parois latérales du récipient C, pour le réfrigérant à étages, sont ici en bois, les petites qui sont plates, en métal.

Le moût est emprunté par une pompe à un réservoir ou à un vase, où il est déjà un peu chauffé par l'eau chaude qui s'écoule du premier déflegmeur. Dans la figure on ne voit que la tige *a* de la pompe horizontale. Cette pompe amène le moût par le tuyau *b* dans le réchauffeur G, qui est organisé de façon que le tuyau *b* qui court en zigzag, est entouré d'un tuyau de plus grand diamètre *c*, et que dans l'intervalle entre ces tuyaux, on fait arriver les vapeurs spiritueuses dont on veut élever le titre avant qu'elles atteignent le réfrigérant proprement dit H. Le tuyau *b* débouche en haut dans le récipient de distillation, où il est reçu dans un petit godet oblong en cuivre environné tout autour de vapeurs. Cette disposition procure un réchauffage continu du moût avant qu'il arrive sur la marche supérieure du premier étage. Dans l'appareil il y a 9 étages à 8 marches, qu'il faut que le liquide franchisse avant d'arriver au robinet d'écoulement *c*. Ce robinet conduit le moût alternativement dans la chaudière A et dans la chaudière B. Pendant qu'on l'épuise dans une chaudière, il coule dans l'autre. Les vapeurs chaudes s'échappent par le robinet *e*, dans la position qu'indique la figure, pour se rendre en A, et les vapeurs de cette chaudière se rendent en B par le robinet f^1. A est donc complètement épuisé au moment où B est entièrement chargé. On a trouvé qu'il était plus avantageux de ne pas lancer les vapeurs de la première chaudière dans la seconde avant que celle-ci fût déjà pleine à moitié. On laisse donc les vapeurs de A s'échapper directement dans C, jusqu'à ce que B soit à demi plein, puis on les amène dans cette dernière

chaudière, et aussitôt les vapeurs qui s'y forment sont conduites dans C.

Pour faire des essais, les robinets f^1 et f^2 portent sur le côté de petits mamelons sur lesquels on applique le cône d'épreuve, ainsi qu'on l'a décrit pour l'appareil alternant précédent. Les tubes en verre g^1 et g^2 servent à constater le niveau du liquide dans les chaudières. Pour évacuer la vinasse, on fait usage des bouchons *x* et *y*. Dans le haut, sur le réservoir de distillation ou des étages C est placée une soupape hydraulique *h* qui permet la rentrée de l'air dans l'appareil et indique le degré de sa tension.

L'eau pour refroidir est empruntée à un réservoir placé plus haut et amenée par *i* dans le réfrigérant H ; un robinet *k* sert à régler son écoulement. Le tuyau *l* conduit l'eau du réfrigérant dans le second déflegmeur F, d'où elle coule par *m* dans E, et de là dans le réservoir au moût où cette eau est de nouveau dépouillée de sa chaleur en contribuant à chauffer le moût.

La circulation de l'eau et du moût qui a lieu dans cet appareil, permet d'utiliser complètement la chaleur des vapeurs et de limiter au plus strict nécessaire la dépense de cette chaleur ou plutôt du combustible.

Le petit appareil établi à Hohenheim a surtout été employé à la distillation des jus de betteraves ; attendu qu'il est arrivé assez souvent qu'on a travaillé simultanément des betteraves et des pommes de terre ; mais on a été obligé de faire une distinction, parce que la vinasse des jus de betteraves ne pouvait être employée à l'alimentation des animaux. De plus, l'eau-de-vie qu'on récoltait avait la plupart du temps le mauvais goût de celle de betteraves, de façon qu'il n'a plus été possible de poursuivre la distillation dans un

seul et même appareil. L'alcool brut recueilli avec les betteraves a été la plupart du temps distillé une seconde fois dans l'appareil rectificateur de l'établissement.

E. *Appareil distillatoire de Hohenheim,* fig. 26, pl. 2.

Cet appareil est non seulement destiné à l'enseignement, mais aussi au travail régulier de la distillerie et à la mise en valeur des produits bruts des cultures de l'établissement. Déjà, en 1837, M. Siemens l'avait surtout modifié, de façon qu'à une chaudière qui jusque-là avait été chauffée à feu nu, il a substitué une chaudière à bords plus élevés, afin de présenter une plus grande capacité dans laquelle il a placé comme dans un bain-marie la chaudière au moût. C'est sur cette dernière qu'il a établi le réchauffeur, ainsi que cela se fait actuellement comme étant une disposition très commode. Quant aux autres pièces de l'appareil, elles ont éprouvé également diverses modifications.

Cet appareil a, dans ces derniers temps, été remplacé par un autre, surtout dans le but de disposer d'une plus grande chaudière à vapeur, attendu que celle qu'on employait ne suffisait plus pour vaporiser les quantités de pommes de terre qu'on travaillait avec toute la célérité nécessaire pour leur parfait broyage. L'établissement d'une chaudière à vapeur d'un plus grand modèle pour la distillerie a fourni d'ailleurs l'occasion, avec les modifications apportées à l'appareil distillatoire, de réaliser les améliorations indiquées par l'expérience.

Cette nouvelle disposition, qui parait réunir en même temps les conditions d'un bon appareil, et celles pro-

pres à l'enseignement, a été représentée dans la figure 26.

A est la chaudière à vapeur qui se compose d'un cylindre couché ou horizontal et d'un cylindre vertical ; c'est sous le premier de ces cylindres que brûle le feu ; quant à celui vertical, il rabat la flamme et permet l'introduction de la chaudière à moût dans celle à vapeur, disposition qui avait paru avantageuse avec l'ancien appareil et qui peut recevoir d'autres applications. Ainsi elle suggère entre autres l'idée de se servir d'une chaudière à moût construite en cuivre épais pour former un appareil de vide qui manque encore dans l'établissement, non pas seulement pour la fabrique de sucre, mais aussi pour les autres concentrations, par exemple, du lait, des extraits de malts, etc., vide qu'on obtiendrait ainsi à peu de frais.

Sur la chaudière à vapeur, *a* indique le tube de niveau de l'eau ; *b*, le manomètre ; *c*, un robinet pour évacuer l'eau chaude de la chaudière. Le tube qui porte ce robinet pénètre jusqu'au point le plus profond de la chaudière, qui porte encore au-dessous un second robinet pour la vider complètement ; *d* est le trou d'homme ; *e*, le tube qui conduit la vapeur de la chaudière à la machine à vapeur ; celui *f*, à l'appareil de cuisson des pommes de terre ; le robinet *g* sert à emprunter de la vapeur pour d'autres services quelconques, et *h* est la soupape de sûreté ; le remplissage et l'alimentation de la chaudière s'opèrent par la chaudière d'alimentation B.

La chaudière à moût est fermée par le réchauffeur C ; sa disposition est maintenant la même que celle de la figure 22 de l'appareil à chaudière unique ; le remplissage du réchauffeur s'opère par un réservoir

placé plus haut. Le bouchon *i* ferme l'orifice de chargement de la chaudière. Le robinet-soupape *k* évacue la vinasse, et le robinet *l* amène la vapeur de la chaudière à vapeur dans celle à moût. Un mamelon *m* contient un écrou pour la tige du bouchon qui ferme la communication directe de la chaudière avec la colonne de rectification. L'éprouvette est établie en *n*, et *o* est la manivelle de l'agitateur.

La disposition de la colonne de rectification D et des déflegmeurs E et F est la même que celle déjà indiquée à la page 253 pour la figure 19. On se sert, pour réfrigérant, de celui en zigzag de Babo qu'on voit en G. La descente de l'eau pour refroidir, d'un réservoir placé plus haut se fait par P. Du réfrigérant, un tuyau *q* conduit cette eau dans les déflegmeurs, d'où on la fait couler dans la chaudière de remplissage B, ou bien on l'utilise pour tout autre usage.

M. Siemens croit, avant de terminer, devoir exposer sommairement le résultat de son expérience sur le moyen le plus propre à employer la betterave à sucre dans la fabrication de l'alcool.

Il y a déjà bien quarante années qu'il a eu l'occasion de reconnaître dans la pratique du procédé de macération de Dombasle, dans la petite fabrique de sucre de Hohenheim, les dangers de l'action d'une température trop élevée dans le mode de préparation du jus ou du vin de betteraves. Un abaissement de la température, jusqu'à environ 50° C., ainsi qu'on l'emploie dans le procédé de diffusion de Robert actuellement en usage, est le seul admissible avec des betteraves découpées en tranches minces et uniformes, ainsi qu'on le fait à Hohenheim.

Déjà en 1854, lorsqu'on a installé la distillerie de betteraves à Hemmingen, l'appareil de macération fort

simple que M. Siemens a employé, a fourni un jus parfaitement approprié, seulement le rendement en alcool n'a pas répondu à la proportion du sucre dans le jus récolté. Etait-ce à un changement défavorable dans la qualité de ce jus lors de sa préparation ou pendant sa fermentation, qu'il faut attribuer ce faible rendement? C'est ce dont il n'a pas été possible de s'assurer.

Des expériences pour soufrer les tranches de betteraves, dans le but de prévenir quelque influence fâcheuse dans l'extraction du jus, sont restées encore sans effet marqué, mais elles pourront peut-être conduire à d'heureux résultats, et, par conséquent, elles seront reprises prochainement. M. Siemens s'est aussi occupé dans ces derniers temps, d'introduire dans la pratique une fermentation continue. Ce qui démontre qu'une fermentation de ce genre est praticable avec les moûts de pommes de terre, c'est que dans le mode particulier de taxation des moûts des distilleries, en Autriche on y a reconnu tout particulièrement des avantages.

Appareil distillatoire spécial pour les moûts de pommes de terre.

La distillation des pommes de terre n'exige pas une forme d'appareil qui lui soit propre ; tous ou presque tous peuvent servir, s'ils remplissent la condition de n'offrir au passage des macérations, depuis leur entrée dans l'appareil, jusqu'à leur sortie après complet épuisement, que des conduits larges, courts et n'offrant que peu de coudes. Cette disposition est nécessitée par l'état pâteux et grumeleux des matières à distiller, qui obstrueraient bientôt les conduits d'un faible diamètre, ou présentant des courbures trop brusques ; inconvé-

nient qui arrête l'opération en marche, oblige à ouvrir l'appareil et à perdre un temps précieux à en dégorger les tuyaux, ce qui n'est pas toujours sans danger pour l'opérateur, obligé de travailler dans des matières en ébullition. Au reste, lorsque cet accident arrive, on peut souvent, par l'emploi intelligent de la vapeur et le jet des robinets, refouler les matières épaisses qui causent les obstructions ; il faut même toujours débuter par là, avant de démonter les obturateurs des trous d'homme par lesquels on agit directement. Le diamètre intérieur de tous les conduits par où doivent passer les macérations ne doit jamais être au-dessous de 4 à 5 centim.

Bien que tous ou presque tous les appareils de distillation puissent servir pour la pomme de terre, je vais cependant en décrire un qui, par sa simplicité et sa solidité, présente tous les avantages que réclame ce genre de travail. La description de cet appareil et de sa marche donnera une idée plus nette de ce que l'on doit demander à l'appareil dont on aura à faire choix ; au surplus, je ne saurais trop le répéter, on évitera avec soin tout appareil trop compliqué, susceptible de se déranger ou difficile à réparer. Ce qu'il faut avant tout, c'est une machine solide, simple, que le premier chaudronnier venu puisse réparer, et que des mains souvent inexpérimentées puissent faire manœuvrer.

L'appareil dont il est ici question se compose de trois œufs O, O^1, O^2 (fig. 7, pl. 1) ; l'œuf O sert à chauffer les matières à distiller ; les deux œufs O^1 et O^2 sont tout à fait semblables entre eux et fonctionnent alternativement de la même manière lors de la distillation ; deux conduits *c*, *c'* relient les œufs O^1 et O^2 avec l'œuf supérieur O, et servent à l'écoulement des matières à distiller dans l'un ou l'autre des œufs inférieurs. Cha-

cun des œufs inférieurs est muni d'une soupape de sûreté *s*, *s'* s'ouvrant en dedans. L'usage de ces soupapes est de prévenir l'écrasement des œufs par la pression atmosphérique quand le vide vient à s'y faire tout-à-coup, comme par exemple lorsqu'on y introduit les matières à distiller.

Deux trous d'hommes *tr*, *tr'*, servent à visiter l'intérieur de l'appareil, soit pour le nettoyer, soit pour débarrasser un orifice dont on n'aura pu prévenir l'engorgement.

Chacun des deux œufs inférieurs est surmonté d'un dôme ou chambre de vapeur *d*, *d'* ; il est important que ces chambres aient une certaine hauteur ; c'est là que commence la distillation, et si l'espace est trop restreint, des matières épaisses soulevées par le boursoufflement de la masse à distiller, ou projetées par son bouillonnement, sont entraînées avec les vapeurs alcooliques. Deux tubes *tu*, *tu'*, conduisent les vapeurs alcooliques formées dans deux tonnelets *to*, *to'*. De ces tonnelets, les vapeurs alcooliques passent, soit dans les tubes plongeurs tu^2, tu^3, qui les reconduisent au fond des œufs O', O^2 pour y subir une nouvelle rectification, soit au rectificateur R *e* en passant par le robinet distributeur B, par le double fond de l'œuf O, un serpentin qui tourne à l'intérieur, et enfin le tuyau tu^1. Du rectificateur, les vapeurs alcooliques se rendent au serpentin du réfrigérant ; un robinet placé au-dessus du rectificateur y laisse arriver un filet d'eau que l'on règle à volonté ; il tombe dans la cuvette *cu* dont le trop-plein s'écoule par un petit tube.

La vapeur arrive du générateur dans une boule de distribution *b*, d'où elle passe par les tuyaux V*a*, V*a'* dans l'un ou l'autre des deux œufs ; l'arrivée en est

réglée par les robinets R*o*, R*o*'. Les tuyaux de vapeur doivent descendre très près du fond des œufs ; la vapeur arrivant dans la masse à distiller s'y condense d'abord, l'échauffe et bientôt entraîne les parties alcooliques. Deux robinets de vidange V, V' servent à l'écoulement des matières épuisées, qui tombent dans une rigole couverte placée devant les œufs, et s'écoulent dans des réservoirs placés hors de l'atelier.

Deux tuyaux P, P' servent à obtenir des vapeurs condensées de l'un quelconque des deux œufs pour vérifier le moment où ils sont épuisés ; les vapeurs vont se condenser en traversant le tube *sr'* dans un petit serpentin placé sous l'œuf supérieur O. Le robinet B, dont on voit une coupe horizontale (fig. 9), a trois ouvertures ; le noyau en est percé, comme le montre la figure, de manière à mettre alternativement l'une des trois ouvertures en communication avec les deux autres, ce qui permet de laisser arriver au serpentin la vapeur formée dans l'un ou l'autre des deux œufs inférieurs.

On remarque que tous les robinets sont munis de têtes carrées, ce qui nécessite l'emploi de clefs pour les manœuvrer ; sans cette précaution, il serait souvent impossible de les toucher sans risquer de se brûler ; la clef ne faisant pas corps avec le robinet, s'échauffe très peu. Pour la promptitude de la manœuvre, il est nécessaire d'avoir une clef pour (1) chaque robinet,

(1) L'œuf O représenté (fig. 8) coupé par le milieu est à double fond ; les vapeurs alcooliques viennent se rendre dans ce double fond avant de monter dans le serpentin qui conduit au rectificateur (ce serpentin qui entoure l'œuf O à l'intérieur n'est pas représenté dans la fig. 8). Lorsque la distillation est très vive, les vapeurs alcooliques entraînent avec elles des matières impures qui se déposent dans ce double fond ; les portions fluides condensées retournent dans la

bien qu'à la rigueur une seule puisse servir pour tous.

Toutes les matières à distiller doivent passer par l'œuf O, que l'on charge soit au moyen d'une pompe, soit au moyen d'un baquet ou d'un seau. Nous allons suivre la marche d'une opération depuis la mise en feu jusqu'au déchargement complet de l'appareil.

Tous les robinets étant fermés ainsi que les obturateurs *ob*, *ob'* (fig. 8), on charge l'œuf supérieur O aux deux tiers de sa hauteur ; on met le robinet à trois ouvertures B en communication avec le serpentin et l'œuf O^2. On élève l'obturateur *ob'* (fig. 8), et la matière à distiller s'écoule dans l'œuf O^2 (fig. 7) ; on charge de nouveau l'œuf supérieur, et après avoir mis l'œuf inférieur O' en communication avec le serpentin au moyen du robinet B, on élève l'obturateur *ob* pour laisser écouler la matière à distiller. Le jeu du robinet B, pendant le chargement de l'appareil, a pour but de permettre la sortie de l'air des œufs que l'on charge ; sans cette précaution, l'écoulement serait lent, et même, lorsque les matières sont un peu épaisses, il serait tout

masse à distiller par le robinet B (fig. 7), les matières solides sont extraites du double fond par une ouverture ou petit trou d'homme *tr* (fig. 8).

Deux obturateurs *ob*, *ob'*, formés d'un métal lourd et mou, servent à boucher les orifices d'écoulement des macérations. Ces obturateurs doivent avoir une forme conique très évasée, sans quoi leur adhérence dans les orifices qu'ils doivent boucher devient telle, qu'il est très difficile de les soulever. Des tiges de fer *ti* et *ti'* servent à les manœuvrer : lorsqu'on les soulève, on les retient à la hauteur convenable en passant une aiguille *aig* dans un petit trou ménagé sur la tige de fer.

Un agitateur est monté sur un axe mobile *ax* posé sur une crapaudine scellée au fond de la chaudière, et maintenue à sa partie supérieure dans un œil d'une barre *t* qui peut s'enlever à volonté.

à fait arrêté. Pendant l'écoulement de la matière à distiller, on imprime un mouvement de va-et-vient à l'agitateur *ax* (fig. 8), au moyen de la manivelle *m*, ce qui empêche l'accumulation des portions épaisses de la masse, qui viendraient obstruer l'orifice d'écoulement. Les deux œufs inférieurs étant chargés et les obturateurs *ob*, *ob'* ayant été replacés sur les orifices d'écoulement qu'ils doivent fermer, après le chargement de chaque œuf, on charge également l'œuf chauffeur O, après quoi on le referme avec son couvercle.

Nous avons laissé l'œuf O' en communication avec le serpentin au moyen du robinet B. Pour mettre l'appareil en marche, il n'y a plus qu'à ouvrir le robinet de vapeur R*o*. Il faut, à partir de ce moment, que le feu soit vigoureusement poussé sous le générateur. La vapeur arrive dans l'œuf et s'y condense d'abord avec détonation ; bientôt la masse s'échauffe, une ébullition régulière s'établit, et l'on suit avec la main la marche de l'échauffement par la vapeur alcoolique ; on la voit s'élever dans le dôme *d'*, s'élever ensuite graduellement dans le tube *tu'*, redescendre au tonnelet *to'*, par le fond duquel les parties les plus aqueuses retournent dans la masse en ébullition, après s'être condensées, en suivant le tube plongeur P *l*. Les vapeurs alcooliques, de plus en plus riches, par suite de la condensation des portions aqueuses pendant leur marche, remontent par le tube tu^3 et vont s'échapper au fond de l'œuf O' ; elles se chargent d'une nouvelle quantité d'alcool en traversant la masse liquide contenue dans cet œuf. Si la masse liquide contenue dans l'œuf O' devait être échauffée entièrement par les vapeurs alcooliques de l'œuf O^2, l'opération durerait trop longtemps ; aussi, pour abréger, on fait arriver la vapeur du générateur en même temps dans les deux

œufs au commencement de l'opération, en ouvrant les deux robinets R, R*o*, et l'on ne ferme le robinet R*o*, qu'au moment où l'on sent avec la main la vapeur alcoolique monter dans le tuyau *tu*. Si nous continuons à suivre la marche des vapeurs alcooliques parties du premier œuf O^2, nous les voyons monter par le tuyau *tu*, redescendre au tonnelet *to*, y laisser encore quelques parties aqueuses qui s'écoulent par le tube plongeur P*l* du tonnelet *to* ; les vapeurs trouvent une issue par le robinet B, arrivent dans le double fond de l'œuf O, où elles se rectifient encore, en échauffant la masse contenue dans cet œuf : de là elles s'élèvent par le serpentin, qui met le double fond en communication avec le tube tu^4, qui les amène au rectificateur R*e*, d'où elles partent en passant par le tuyau tu^5 pour redescendre dans le serpentin du réfrigérant, pour s'écouler condensées dans un récipient disposé à cet effet.

Lorsqu'on suppose l'œuf O^2 épuisé, ce qui a lieu une demi-heure ou tout au plus une heure après qu'il a commencé à distiller, on ouvre le petit robinet *r'* placé sur le petit tuyau P'. Les vapeurs formées dans l'œuf O^2 vont, en passant par le conduit *sr'*, dans un petit serpentin où elles se condensent ; on les reçoit dans un verre pour les soumettre aux différentes épreuves qui indiquent s'il y a encore de l'alcool.

Dès qu'on s'est assuré que l'œuf est épuisé, on ouvre le robinet V' ; la pression de la vapeur fait promptement écouler la masse pâteuse épuisée, qui va se réunir dans un réservoir placé hors de l'atelier. On ferme alors les robinets V' et R*o*, et on ouvre le robinet R. L'œuf O^2 se trouve à ce moment complètement fermé et rempli de vapeur d'eau, qui en a chassé tout l'air ; on soulève alors l'obturateur *ob'* et la masse à distiller contenue dans l'œuf O se précipite par le conduit *c'* ;

le vide se faisant dans l'œuf O^2, par suite de la condensation de la vapeur qui le remplit, cet écoulement est très rapide ; il faut avoir eu la précaution avant de soulever l'obturateur *ob'*, de mettre en mouvement l'agitateur *ax* (fig. 8), et de continuer l'agitation tant que dure cet écoulement ; sans cette précaution, les parties épaisses de la masse à distiller viennent obstruer l'orifice du tuyau d'écoulement et arrêtent l'opération. C'est à ce moment que le jeu de la soupape *s'* devient important ; le vide se faisant plus ou moins complètement dans l'œuf O^2, la pression atmosphérique pourrait l'écraser, si le jeu de cette soupape, qui s'ouvre à l'extérieur, ne venait permettre l'introduction de l'air au delà d'une certaine pression. Cette opération terminée, on tourne le robinet B, pour mettre l'œuf O^2 en communication avec le double fond de l'œuf O, et l'opération continue comme au commencement, en répétant alternativement la même manœuvre sur les deux œufs O' et O^2.

Cet appareil donne facilement de l'eau-de-vie de 48 à 55° suivant la richesse des macérations soumises à la distillation. En remplaçant le rectificateur R*e* (fig. 7) par un appareil plus compliqué, propre à donner de l'alcool, on obtiendrait un degré aussi élevé qu'on pourrait le désirer ; mais c'est une complication de l'appareil, et je ne saurais trop le répéter, un appareil destiné à fonctionner dans une exploitation agricole, loin de tout atelier de construction, livré souvent à des mains peu exercées, doit être aussi simple que possible, et les avantages d'une rectification immédiate ne sont pas tellement grands, qu'il faille y sacrifier l'avantage d'un appareil marchant sans dérangement. Il y a encore une autre considération, c'est qu'il est plus commode d'obtenir de l'eau-de-vie du premier jet

lorsqu'on veut purifier l'alcool, comme je le dirai tout à l'heure.

Il arrive quelquefois, lorsqu'on a manqué d'attention, que les œufs sont trop pleins ; cet accident provient, soit de ce qu'on a trop chargé l'appareil, soit de ce qu'on a commencé l'opération lorsque le générateur à vapeur n'était pas encore assez chauffé : dans ce dernier cas, la vapeur arrivant lentement et à une tension peu considérable, se condense longtemps dans les œufs avant de parvenir à les mettre en marche. Lorsque cet accident arrive, la distillation ne se fait plus que par soubresauts, et si l'on examine l'extrémité du serpentin par laquelle s'écoule l'eau-de-vie, on voit arriver des flots de vapeurs alcooliques qui n'ont pu se condenser et qui sont poussés par de petites explosions. Dès qu'on s'aperçoit de cette irrégularité dans la marche, il faut arrêter la vapeur et ouvrir les œufs pour s'assurer que c'est bien là la cause du dérangement. Dès qu'on s'en est assuré, il n'y a pas d'autre remède que de laisser écouler une portion du contenu de l'œuf.

Cet accident, bien que facile à éviter avec un peu d'attention, arrive cependant assez souvent lorsqu'on emploie des ouvriers inattentifs ou inexpérimentés ; il est également à craindre au commencement d'une opération, surtout par les temps très froids : dans ce cas, l'appareil exige une grande quantité de vapeur d'eau pour être échauffé au point convenable pour la distillation. On évite cet accident en ne remplissant les œufs qu'à moitié pour le chargement. En général, il vaut mieux qu'ils soient trop peu pleins que trop pleins ; on y gagnera toujours sur le rendement et sur le temps que dure un chargement en distillation. Le filet d'eau-de-vie qui coule, doit toujours être froid et

régulier, un peu plus gros que le tuyau d'une plume. On est souvent tenté d'approcher une lumière de l'orifice inférieur du serpentin pour examiner le filet d'eau-de-vie ; il faut bien se garder de cette imprudence, surtout lorsqu'on distille à un degré élevé : le feu se communique promptement aux vapeurs alcooliques contenues dans l'appareil, et il peut en résulter une violente explosion et la destruction de l'appareil ; heureux s'il n'arrive pas d'autres accidents plus graves.

Il est convenable, lorsqu'on veut obtenir des produits purs, et surtout lorsque ces produits ne doivent pas être soumis à une rectification ultérieure, de ne pas réunir les dernières gouttes qui s'écoulent, aux premiers produits de la distillation; on recueille ordinairement pour les réunir aux distillations suivantes tout ce qui s'écoule à partir du moment où les produits ne marquent plus que 30 à 35° C. Ces derniers produits sont très chargés d'huile essentielle fétide, qui leur donne un aspect louche et laiteux ; on les réunit à la distillation suivante en les versant dans l'œuf supérieur et les faisant écouler dans celui des œufs inférieurs qui a été chargé le dernier.

J'ai dit comment on se servait des robinets *r*, *r'* pour reconnaître qu'un œuf est épuisé ; le produit recueilli dans un verre peut s'essayer de différentes manières. L'essai le plus exact se fait au moyen de l'alcoomètre ; on s'arrête dès que le produit ne marque plus que 4 à 5° ; mais ce moyen d'essai est peu pratiqué. Le moyen le plus généralement employé consiste à verser quelques gouttes du produit obtenu sur la partie supérieure de l'un des œufs ; on approche une allumette enflammée de la vapeur qui se forme, et dès qu'elle ne prend plus feu, on est assuré que l'œuf essayé est épuisé.

On doit aussi apporter la plus grande attention à ce que l'eau du réfrigérant se renouvelle assez vite pour conserver toujours une température froide ; sans cette précaution, la condensation se fait mal, et il en résulte des pertes très fortes dont on ne se rend pas compte. L'eau doit toujours arriver par le bas du réfrigérant et s'écouler par la partie supérieure. A sa sortie du réfrigérant, elle a ordinairement une température qui varie de 40 à 60° et quelquefois plus, tandis qu'à l'entrée et au fond elle est à une température très basse.

Ajoutons pour finir, que cet appareil n'est plus guère employé aujourd'hui, on lui préfère les appareils perfectionnés d'Egrot, de Deroy, de Savalle et autres.

VII. — Rectification et purification des alcools de betteraves, de pommes de terre, etc.

Dans le *Manuel pratique de la Distillation des grains et des mélasses*, nous avons développé les nouveaux procédés de purification des alcools, nous n'y reviendrons donc pas et nous renverrons le lecteur à cet ouvrage ; mais il nous faut donner ici quelques détails relatifs à plusieurs modes de purification plus spécialement applicables aux alcools de betteraves et de pommes de terre.

Nous parlerons d'abord de l'influence de l'état des appareils sur le goût des alcools.

Influence de l'état des appareils.

L'influence directe des vases et des locaux sur les denrées alimentaires, solides ou liquides, qui y passent

ou qui y séjournent, est une de ces vérités vulgaires que la pratique de chaque jour vient rappeler de mille nouvelles manières à ceux qui commettent l'étourderie de l'oublier.

Puisque les liqueurs sont, par elles-mêmes, des boissons alimentaires d'une grande délicatesse, et dont l'extrême pureté et le bon goût importent au plus haut point, il est de la plus haute nécessité qu'elles soient préparées avec soin, dans des appareils inoffensifs par eux-mêmes, capables d'un nettoyage complet, après chaque opération.

En est-il ainsi dans la pratique de la distillation ? Les appareils distillatoires généralement en usage sont-ils construits en métaux protecteurs de la santé ? Et ces appareils permettent-ils, de plus, après chaque opération, un nettoyage facile et complet ?

C'est tout le contraire qui existe dans les distilleries.

Quel contraste frappant, sous ce rapport, entre les appareils du brasseur et ceux du distillateur !

Autant les appareils d'une brasserie permettent le nettoyage radical après chaque opération, autant ceux d'une distillerie s'y montrent rebelles.

Est-il besoin d'énumérer le préjudice que la malpropreté des appareils cause aux produits, et par suite à l'intérêt des distillateurs ? L'absence de tout étamage des appareils et l'impossibilité de leur nettoyage à la main, qui est le seul mode de nettoyage admissible comme efficace, engendrent chaque année une moins-value de produits et une dépense supplémentaire en frais de production, dont chaque distillateur serait certainement surpris s'il en voyait le total à son bilan pour l'ensemble de ses opérations.

Cette absence de tout nettoyage sérieux oblige tous

les distillateurs, sans exception, à une lutte incessante, afin de soustraire autant qu'ils le peuvent leurs produits au goût de cuivre, au goût de moisissure et aux autres mauvais goûts qui ont l'occasion de se déposer et de se développer à l'aise dans des appareils en cuivre rouge dont l'intérieur est inabordable. Sauf l'alambic, *aucun appareil de distillerie n'est nettoyable à la main*. Tout le reste de l'appareillage est littéralement fermé, et l'on ne saurait en obtenir la propreté et l'assainissement après chaque opération, sans arrêter pour trop longtemps le travail de la distillation.

Ainsi la masse de produits *mauvais goût* qu'on rencontre dans le commerce des liqueurs, démontre à quelle distance énorme les appareils distillatoires sont en arrière des appareils de brasserie.

Dans les appareils des cuisines et des brasseries, le vert-de-gris, la moisissure, la trace des produits antérieurs plus ou moins en état de décomposition, ne se rencontrent que d'une manière accidentelle, comme l'effet d'une grave inattention ou de la négligence coupable des gens de service.

A cause de l'état arriéré des appareils distillatoires, le rôle du distillateur le plus vigilant et le plus consciencieux est réduit à attendre patiemment l'écoulement des produits *mauvais goût*, et à recueillir les autres en les classant d'après les impuretés plus ou moins grandes qu'ils peuvent encore renfermer. Aussi, est-il acquis en pratique distillatoire qu'il n'y a guère que les *produits moyens*, c'est-à-dire ceux que l'on recueille au milieu de l'opération de la distillation, qui sont des produits réellement consommables. Encore leur fait-on subir une ou plusieurs distillations pendant lesquelles les *produits moyens* sont encore les

seuls qu'on prend comme produits *bon goût*. L'impossibilité du nettoyage à fond et à la main des appareils constitue un état de choses qui contrarie, au plus haut point, les distillateurs intelligents.

L'auteur de ces considérations a eu la curiosité de se livrer, à ce sujet, à des comparaisons qui ont pratiquement confirmé ses appréciations. Dans une grande distillerie *à colonnes*, travaillant du grain, on n'obtenait que des flegmes et des rectifications ayant un goût assez âcre, piquant et plus ou moins nuancé de goût de moisi. Encore avait-on soin de mettre de côté les produits par trop mauvais goût. Il a pris des matières premières fermentées à cette distillerie, et il les a vaporisées dans des appareils étamés et parfaitement propres. Eh bien, ces mêmes matières fermentées qui ne donnaient dans les appareils en cuivre rouge non nettoyables que des produits d'une saveur détestable, ont fourni dans les appareils étamés et propres des produits d'une pureté et d'un goût irréprochables. Preuve que la cause du mauvais goût obtenu dans cette grande distillerie ne provenait ni d'une altération, ni d'une infériorité quelconque des matières premières fermentées soumises à la distillation. Celles-ci, quoique aboutissant à des résultats défectueux, ne laissaient absolument rien à désirer sous le rapport de la qualité.

Dans l'expérience précitée, avec des appareils propres et étamés, ni le déchet ou le résidu de la première distillation, ni le flegme obtenu, ni le produit du flegme rectifié, ni le résidu final de ce flegme n'offraient la moindre trace de mauvais goût. Cette expérience comparative a été répétée à différentes reprises, et chaque fois le résultat est venu confirmer les prévisions.

Le genièvre de cette distillation, réduit à 10°5 B.,

avait le caractère moelleux et agréable tant estimé des connaisseurs, et que l'on ne rencontre même pas toujours dans les Schiedam supérieurs, ou livrés comme tels à la consommation. La raison en est simple. Le genièvre de Schiedam rectifié avec des baies de genévrier, a passé plusieurs fois *dans un serpentin*, qui, dans les distilleries hollandaises, n'a pas moins de 50 à 60 mètres de long, et *qui est inabordable au nettoyage.*

Dès lors faut-il être surpris si les meilleurs produits ont incorporé et conservent dans une certaine mesure, le souvenir persistant des substances cuivreuses ou végétales décomposées qui garnissent, sur toute la longueur, les parois intérieures du serpentin.

Le préjudice du non-nettoyage des appareils distillatoires est signalé par la plupart des bons auteurs. Tous font remarquer les inconvénients graves inhérents aux appareils non étamés. Ces appareils, disent-ils, sont promptement tapissés de vert-de-gris et d'autres substances d'un goût désagréable, qui se mêlent aux vapeurs d'alcool et par suite à la liqueur recueillie.

Aussi longtemps que cet état de choses continuera à subsister, il sera matériellement impossible à l'industrie de la distillation d'atteindre complètement son but, qui est la production de liqueurs alcooliques et aromatiques offrant, dans toute leur pureté, les seuls goûts et les seuls parfums propres aux substances distillées.

VIII. — Procédés chimiques.

C'est plutôt à titre rétrospectif que nous décrivons ici les procédés de purification des flegmes de MM.

Ortlieb, Vandevelde, etc., etc., car le procédé Bang et Ruffin, décrit dans tous ses détails dans le *Manuel de la distillation des grains*, est de beaucoup préférable.

Purification des flegmes, alcools de mauvais goût et petites eaux dans la distillation des betteraves, pommes de terre, grains, etc., par M. Ortlieb.

Le premier procédé est basé sur l'oxydation de la matière infectante de l'alcool par l'acide hypochloreux, oxydation qui rend cette matière très volatile et permet de la séparer de l'alcool par distillation.

Pour 10 hectolitres d'alcool, 1° on dissout 1 kilogramme de chlorate de potasse dans une quantité suffisante d'eau bouillante, et on ajoute cette dissolution à l'alcool en agitant bien ; 2° on ajoute 3 kil. 500 d'acide chlorhydrique ordinaire et on mélange parfaitement. Après une macération de 24 heures, pendant laquelle on agite de temps à autre, on distille à la manière ordinaire et en ménageant le feu de manière que les vapeurs alcooliques arrivant au réfrigérant ne marquent pas plus de 45° au thermomètre centigrade. Le produit est l'alcool purifié. La dose varie suivant le degré d'infection des alcools à épurer.

Dans le second procédé on fait dissoudre, pour 10 hectolitres d'alcool mauvais goût, 1 kil. 600 de bichromate de potasse dans 5 litres d'eau chaude ; on mêle cette dissolution à l'alcool préalablement étendu de 4 hectolitres d'eau ; après avoir bien agité, on ajoute 1 kil. 900 d'acide sulfurique à 66°, étendu de 1 kil. 300 d'eau, on mélange par une agitation prolongée. Lorsque, après quelques jours de macération, le liquide de jaune est devenu vert, on rectifie dans un bon appareil, après avoir ajouté 5 hectolitres d'eau. Le produit frac-

tionné de cette rectification est l'alcool purifié. La proportion décroît en raison de la diminution de l'infection.

Le bichromate de potasse, sous l'influence de l'acide sulfurique, dégage la moitié de son oxygène et produit un sesqui-oxyde de chrome, l'oxygène libre et naissant se combine avec l'alcool amylique en donnant lieu à la production d'acide valérianique, bien moins volatil que l'alcool et ne distillant pas à la rectification.

Désinfection et amélioration des eaux-de-vie par M. Vandevelde.

Le procédé de désinfection et de purification mis en œuvre par M. Vandevelde est fondé sur l'observation que l'huile empyreumatique reste complétement dissoute dans un alcool de 50 et même de 40 degrés centigrades. A 25 degrés, le liquide devenu trouble n'abandonne encore qu'une faible portion d'huile; mais si on réduit jusqu'à 15 degrés, le liquide ne tient plus d'huile en dissolution ; elle surnage même à ce point.

Le mode d'opération s'établira donc en conséquence de cette indication.

On recueillera en une masse tout le flegme de la distillation de la matière fermentée que l'on réduira à 15 degrés, le remuant bien et le faisant passer à travers un filtre ; le liquide aura perdu complétement l'odeur nauséabonde qui le caractérise ; il sera devenu agréable au goût et d'une grande limpidité. On opère ensuite la rectification en grand du flegme et en eau-de-vie sur le flegme ainsi purifié.

Le genièvre, traité de cette manière, est rassis au bout de fort peu de temps, et jouit de la propriété de

pouvoir être affaibli indéfiniment sans devenir trouble. C'est là l'indice de l'absence de l'huile de grains.

Pour l'appareil de filtration, on n'a qu'à superposer deux cuves, dont celle supérieure a le fond percé, lequel se recouvre d'un grand disque de flanelle servant à maintenir une couche de sable lavé, couche plus ou moins épaisse suivant le degré de perfection que l'on veut donner à la filtration. Au-dessus de cette couche, on en place une autre de lin ou de chanvre qui s'empare des premières impuretés et rend moins fréquente la nécessité de remplacer le sable.

Désinfection des alcools, par M. Breton.

On sait que les flegmes obtenus par la distillation des betteraves, des pommes de terre, de la garance, contiennent des huiles volatiles qui leur communiquent un goût désagréable. Le procédé en question n'est qu'une application ingénieuse d'un principe connu, sur lequel se fonde l'opération par laquelle on sépare, au moyen de l'éther, le brome contenu dans les solutions salines, principe qu'on pourrait formuler ainsi : Lorsqu'un corps est dissous dans un liquide, si l'on agite cette solution dans un autre liquide non miscible au premier, mais ayant pour le corps dissous une plus grande affinité, ce corps abandonne le premier liquide pour s'unir au second. Il est évident qu'en partant de cette donnée, il suffira de mêler un peu d'huile d'olive, par exemple, à une certaine quantité d'alcool contenant des huiles volatiles, pour que celles-ci, ayant plus d'affinité avec le corps gras qu'avec l'alcool, se séparent du dernier pour s'unir avec le premier. Rien de plus simple que d'opérer ainsi dans un essai de laboratoire.

Tout se borne à verser quelques gouttes d'huile dans un flacon contenant de l'alcool infecté, d'agiter, puis à laisser reposer le mélange, à décanter, et le résultat est obtenu. Mais industriellement le procédé, malgré sa simplicité, est impraticable. On le comprend, puisqu'il s'agit de traiter des centaines d'hectolitres de flegmes. Il fallait donc trouver une autre application du principe, application qui pût être adoptée par la fabrication en grand. M. Breton eut d'abord idée de se servir d'un filtre composé de disques de molleton de laine légèrement imbibés d'huile, et maintenus entre deux plateaux de tôle percés de trous. La désinfection avait lieu, mais seulement jusqu'au moment où l'étoffe de laine saturée des huiles volatiles refusait d'en absorber davantage. Alors, au moyen d'un courant de vapeur à pression de 2 ou 3 atmosphères, il devenait facile de débarrasser la laine des huiles volatiles en les vaporisant ; mais la laine soumise à cette température devenait impropre à fonctionner de nouveau. La laine dut donc être abandonnée et remplacée, après de longs tâtonnements, par une couche de pierre ponce pulvérisée qui, à l'avantage d'agir exactement comme la laine, joignit celui de supporter, sans perdre sa puissance absorbante, la température nécessaire pour volatiliser les huiles volatiles dont elle s'était chargée. La Société centrale d'Agriculture a décidé qu'une commission composée de trois de ses membres irait visiter l'appareil de M. Breton, qui fonctionne dans une distillerie de Brie-Comte-Robert (Seine-et-Oise).

IX. — Désinfection par rectification.

L'eau-de-vie de betteraves renferme en particulier des acides gras libres, tels que les acides pélargonique,

caprylique et caprique ; indépendamment des alcools propylique, butylique, amylique, œnanthylique ; et des éthers provenant de la réaction des acides sur les alcools.

L'eau-de-vie de pommes de terre contient surtout de l'alcool amylique $C^5 H^{12} O$, et des acides plus décarburés, des acides gras volatils, des éthers et des principes huileux.

On paraît avoir assez généralement reconnu aujourd'hui que l'emploi des substances désinfectantes n'a pas en réalité l'efficacité qu'on est tenté de leur attribuer. Ainsi le charbon de bois granulé en petits fragments uniformes, récemment calciné et refroidi à l'abri de l'air ; le savon de Marseille, les alcalis caustiques, le chlorure de chaux, le manganate et le chlorate de potasse, etc., masquent plutôt l'odeur désagréable des eaux-de-vie en donnant naissance à des produits d'une saveur et d'une odeur moins désagréables, qu'ils ne les désinfectent réellement pour cet objet.

En général on ne peut donc pas recommander les désinfectants chimiques, dissolvants et absorbants, et ce qu'il y a de mieux à faire pour désinfecter les eaux-de-vie de betteraves et de pommes de terre, est de les soumettre à la rectification. En effet, la rectification et la concentration des eaux-de-vie, de manière à obtenir un alcool marquant au moins 92° centésimaux, paraît être le moyen le plus efficace et le plus rationnel de purification. Avec les appareils perfectionnés, munis de bons analyseurs rectificateurs et déflegmeurs, on obtient constamment des produits purs, surtout si l'on a la précaution de fractionner ces produits.

L'alcool concentré coule généralement pur et a presque toujours bon goût, et ce n'est guère que dans les

queues, c'est-à-dire dans les parties faibles, au commencement et à la fin d'une opération, qu'on recueille des produits souillés par des principes odorants désagréables.

La pratique constate que lorsqu'on rectifie les produits avec de bons appareils et qu'on les fractionne, l'alcool qui distille d'abord et qui est assez faible, n'a pas un goût bien délicat, mais que lorsque le jeu de ces appareils est en pleine activité, l'alcool concentré qui distille est généralement bon goût, et ce n'est que vers la fin, lorsque les alcools deviennent très aqueux, qu'ils sont souillés par les principes odorants les plus actifs, parfois tellement abondants que l'alcool amylique, butylique, etc., et les éthers s'y séparent en gouttes huileuses qu'on peut même rassembler et enlever.

L'emploi de la rectification et du charbon de bois dont il ne faut pas toutefois s'exagérer l'efficacité, sont donc les seuls moyens qu'on puisse considérer comme réellement utiles dans la pratique pour purifier les eaux-de-vie, et les désinfectants chimiques ne paraissent avoir joui de quelque faveur que parce que l'opération était la plupart du temps accompagnée d'une rectification.

Appareil de rectification Deroy.

Quatre pièces principales le composent : 1° la chaudière ; 2° la colonne ; 3° le condensateur ; 4° le réfrigérant. (Fig. 1, pl. 3.)

Le chauffage se fait ordinairement à vapeur, cependant il est possible, pour les chaudières inférieures à 25 hectolitres, de les chauffer à feu nu. Quel que soit le mode de chauffage, la mise en marche et le fonction-

nement sont les mêmes. L'attention du distillateur doit surtout se porter sur la régularité du chauffage et de la réfrigération, car de là dépendent l'élévation du degré alcoolique et la pureté des produits.

Au début de l'opération, il faut chauffer doucement, afin que l'ébullition, se manifestant d'une façon progressive, élimine en premier lieu la partie éthérée qui se vaporise à moins de 78 degrés et la sépare de l'alcool, dont la vaporisation ne s'obtient qu'au delà de 80 degrés. Il est de la plus haute importance de séparer d'abord cette première partie de vapeur condensée, dont l'odeur est infecte, pour ne pas la mêler avec celle qui vient après.

Le distillateur doit veiller attentivement à la marche du filet et ne recevoir à l'éprouvette que l'alcool bon à conserver ; le fractionnement est la seule difficulté de l'opération.

Les vapeurs venant de la chaudière s'élèvent dans la colonne ; elles y rencontrent un certain nombre de plateaux qui ne permettent qu'aux plus légères d'atteindre le condensateur, où une partie d'entre elles se condensent et retournent à la colonne, ne laissant arriver au serpentin réfrigérant que celles parfaitement épurées. Toutefois, le produit de ces dernières nécessite encore une sélection, car les vapeurs qui se condensent immédiatement après les éthers n'ont pas encore acquis la force et la finesse voulues pour être de premier choix, leur degré dépasse rarement 92 degrés, et on n'admet comme bon goût que l'alcool à 95 degrés. On met donc à part cette partie qui est classée comme deuxième choix, pour être vendue telle ou rectifiée à nouveau. Le bon goût, du reste, ne se fait pas attendre et se maintient presque jusqu'à la fin.

Le bon résultat dépend surtout, et du fractionnement

des produits, et de la régularité du chauffage, qui doit se trouver bien en rapport avec le degré de réfrigération pour que le filet se maintienne toujours de la même force. La variation de goût ne se manifeste pas brusquement, elle s'annonce peu à peu, soit par une tendance du degré à baisser, soit par l'oscillation du contenu de l'éprouvette. Quelques jours d'étude pratique du fonctionnement d'un appareil à rectifier suffisent à mettre l'opération bien au courant.

Dès que le degré s'abaisse à l'éprouvette au-dessous de 90 degrés, l'alcool est mis de côté pour être de nouveau rectifié, et l'on arrête l'opération lorsqu'il ne marque plus de degré.

La rectification achevée, on vide et l'on nettoie l'appareil avant de préparer une nouvelle chauffe. La chaudière peut se vider entièrement par le robinet de vidange 4 ; cependant, avant qu'elle ne soit complètement vidée, on retire le tampon 3, et, à l'aide d'un balai, on frotte vivement le fond et les contours pour en détacher les huiles qui s'y sont fixées. Cela fait, on ouvre le robinet 15 pour laisser descendre sur les plateaux de la colonne l'eau chaude du condensateur et les débarrasser de tous dépôts. On termine par un nettoyage et un rinçage à l'eau froide.

Rectificateur de Hohenheim (fig. 25, pl. II).

Un appareil de ce genre qui a été démonté à Hohenheim est dans un état précaire, parce qu'il se compose en grande partie de toutes sortes de pièces qui ont servi à diverses expériences. D'ailleurs, la hauteur du local, insuffisante pour le monter complètement, n'a pas permis d'en obtenir un produit supérieur à 94 °/₀ à l'alcoomètre Tralles.

Tout récemment, on a combiné dans la distillerie de Hemmingen, le déflegmeur tubulaire de M. Siemens, avec l'appareil rectificateur établi dans cette localité, il est ainsi devenu possible d'obtenir des esprits rectifiés marquant 96 à 97 °/ₒ de Tralles.

Après de semblables résultats, il semble bien permis de recommander comme parfaitement efficace l'appareil de la figure 25, pl. II, dont on ne décrira ici que les pièces principales.

A est la chaudière en tôle renfermant à l'intérieur un serpentin de chauffage au moyen de la vapeur qu'on y amène. La partie supérieure B sert à recueillir les petites eaux pour qu'elles ne redescendent pas dans la chaudière, C, C est la colonne de rectification qui se compose de deux parties, ainsi qu'on l'a décrit, D, E et F sont les déflegmeurs décrits, G, le réfrigérant, H, le réservoir pour l'eau, et J, le récipient.

Le chargement de la chaudière s'opère de la manière la plus commode, à l'aide d'un réservoir placé au-dessus ; *a* indique l'ajutage pour l'admission de la vapeur de chauffage, *b*, un grand trou d'homme. Les tubes en verre *c* et *d* indiquent le niveau du liquide dans la chaudière et le récipient aux petites eaux ; le versement de B en A s'opère par *e*, et *f* sert à la vidange des résidus de la chaudière. Le tuyau *g* conduit les vapeurs au réfrigérant, ceux *h* et *i* ramènent les vapeurs condensées en E et F en C. Le tube K conduit l'eau pour rafraîchir dans le réfrigérant G, et *l* la remonte aux déflegmeurs d'où elle s'écoule par un trop-plein *m*.

Conclusion. — Comme on peut le voir par les multiples descriptions qui précèdent, les appareils de distillation sont nombreux et variés, et sous le rapport

de la perfection et du bon marché, les constructeurs français n'ont rien à envier aux étrangers. D'ailleurs, les noms de MM. Savalle, Deroy, Egrot, sont bien connus partout, et leurs appareils, très répandus en France, ont depuis longtemps déjà franchi nos frontières à travers les continents et les mers. Comme on a pu le voir, c'est surtout sur les appareils français que nous avons insisté, sans vouloir néanmoins en recommander plus spécialement un au détriment des autres. Nous les avons décrits tous, car tel applicable dans telle circonstance ne l'est pas dans l'autre. Ce qui précède, concernant les appareils distillatoires, est également vrai pour les appareils de rectification. Toutefois, en ce qui concerne cette partie de l'industrie de l'alcool, nous ferons remarquer qu'un grand progrès a été réalisé dans ces dernières années par l'application du procédé de purification Bang et Ruffin, qui a été décrit en détail dans le *Manuel de la Distillation des Grains et des Mélasses*, auquel nous renverrons le lecteur.

FIN

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE PREMIER

Alcoolisation de la Betterave.

CHAPITRE II

Alcoolisation de la Pomme de terre.



18.

17.

12.

13.

19.

14.

20.

10.

11.

9.

5.

3.

Fig. 1.

15.

4.

16.

2.

7.

21.

6.

8.

Imp. de Rovet, r. Hautefeuille 12, Paris.

Dulos sc.

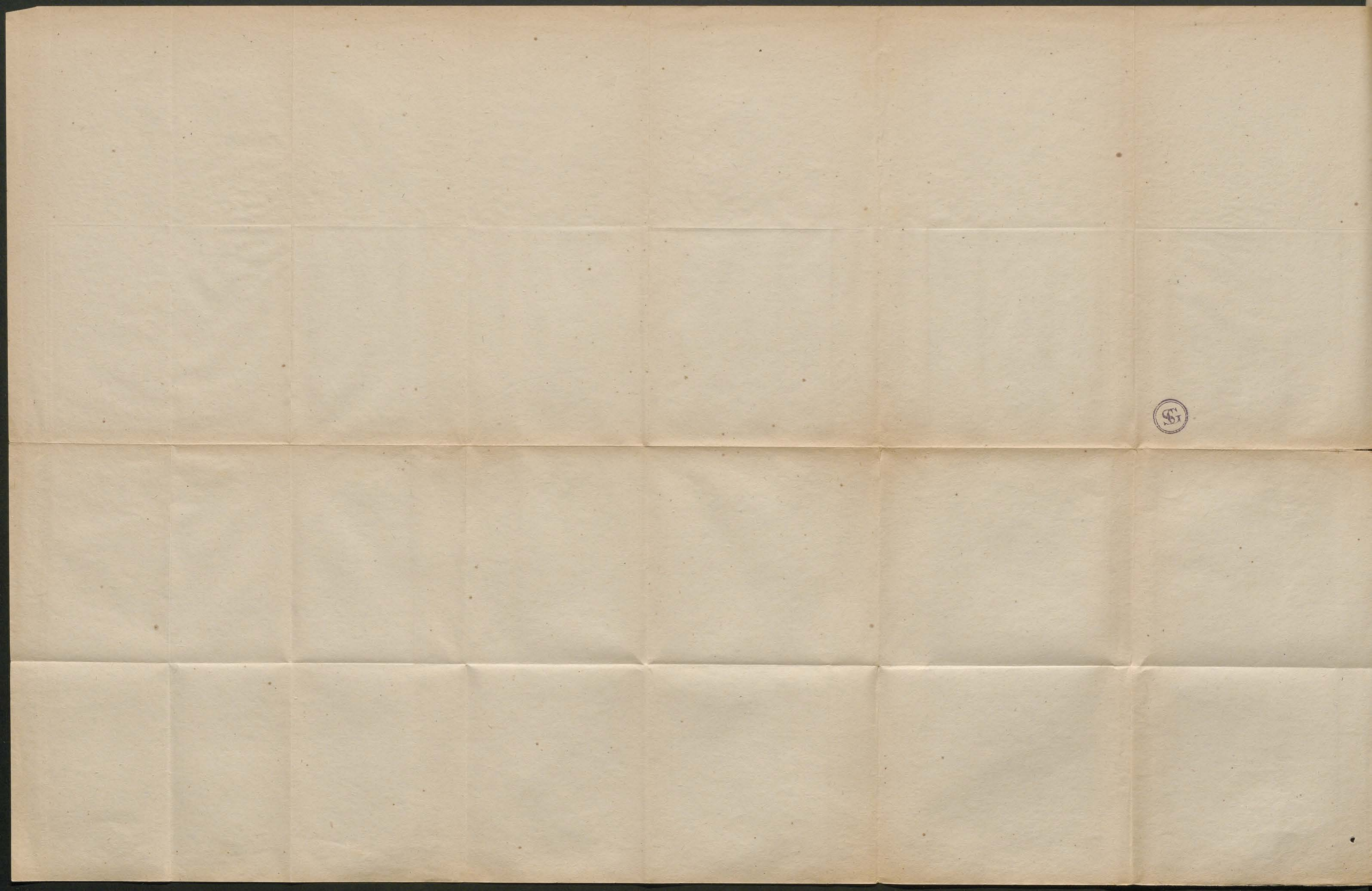
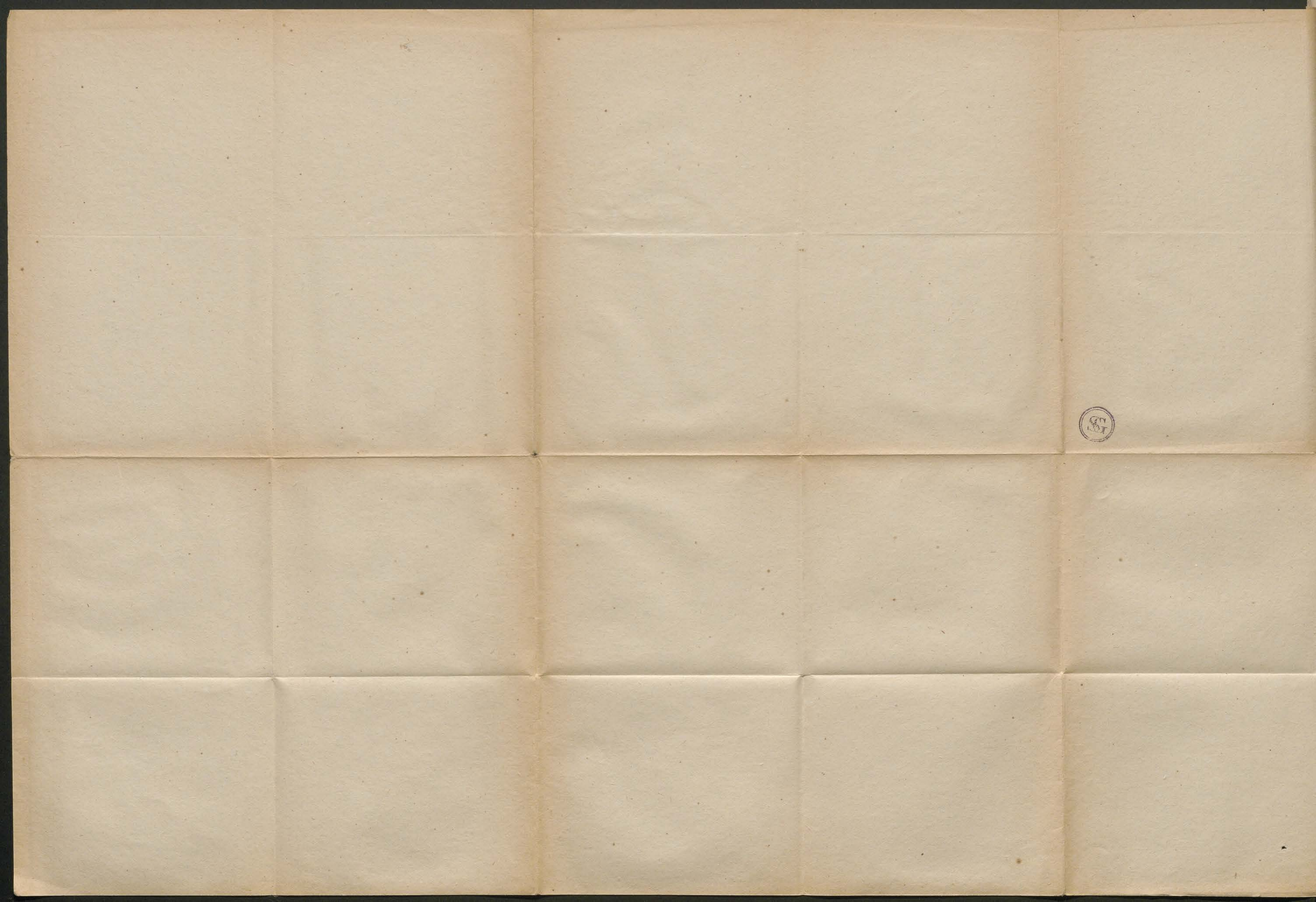
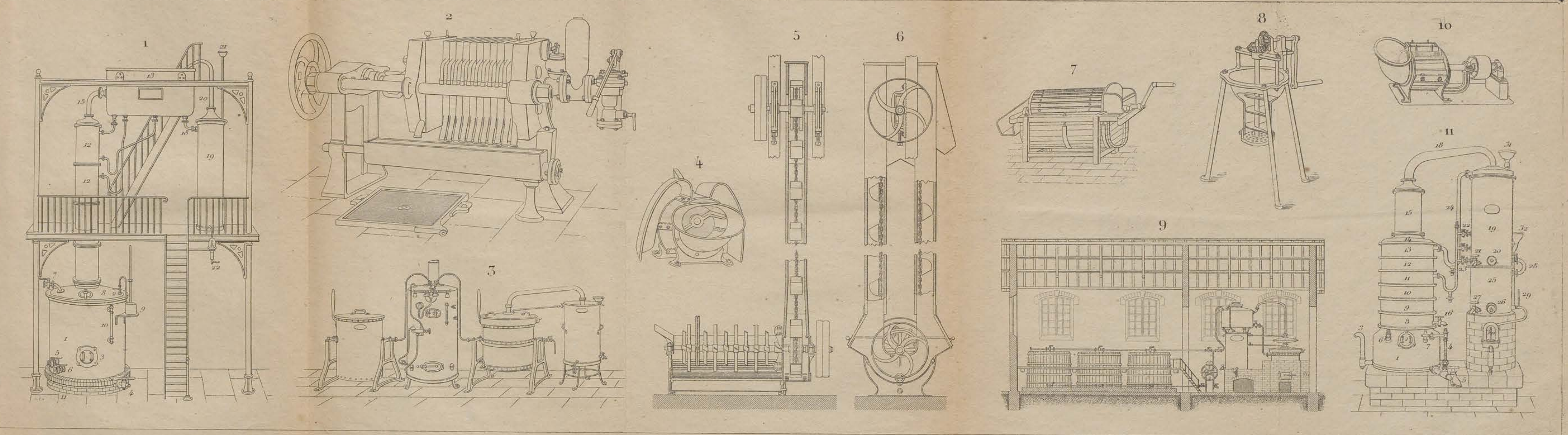


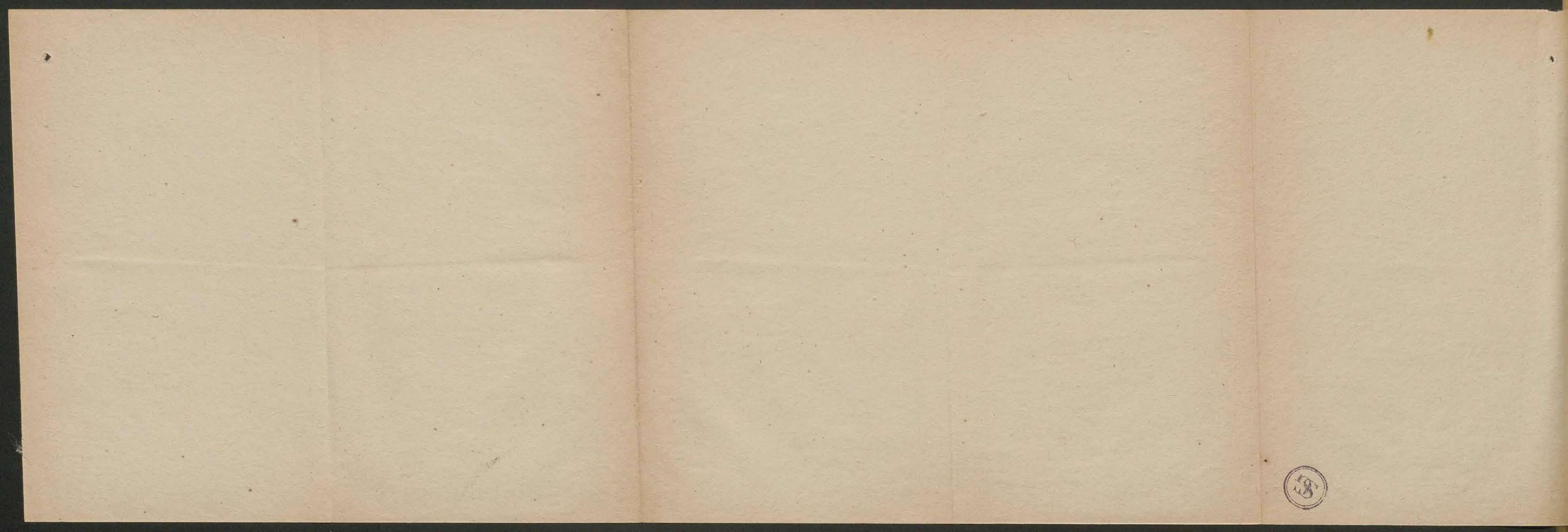
Fig. 1.

Ed. Laurent sc.





L. Chaumont sc.



CHAPITRE III

Alcoolisation du Topinambour et de l'Asphodèle.

CHAPITRE IV

Appareils distillatoires pour Betteraves, Pommes de terre, Topinambours, etc.

TABLE DES PLANCHES

PLANCHE PREMIÈRE

PLANCHE II

PLANCHE III

Dole — Typographie L. Bernin.





ENCYCLOPÉDIE-RORET

COLLECTION

DES

MANUELS-RORET

FORMANT UNE

ENCYCLOPÉDIE DES SCIENCES & DES ARTS

FORMAT IN-18

Par une réunion de Savants et d'Industriels

Tous les Traités se vendent séparément.

La plupart des volumes, de 300 à 400 pages, renferment des planches parfaitement dessinées et gravées, et des vignettes intercalées dans le texte.

Les Manuels épuisés sont revus avec soin et mis au niveau de la science à chaque édition. Aucun Manuel n'est cliché, afin de permettre d'y introduire les modifications et les additions indispensables.

Cette mesure, qui met l'Editeur dans la nécessité de renouveler à chaque édition les frais de composition typographique, doit empêcher le Public de comparer le prix des *Manuels-Roret* avec celui des autres ouvrages, tirés sur cliché à chaque édition et ne bénéficiant d'aucune amélioration.

Pour recevoir chaque volume franc de port, on joindra, à la lettre de demande, un mandat sur la poste (de préférence aux timbres-poste) équivalant au prix porté au Catalogue.

Cette franchise de port ne concerne que la **Collection des Manuels-Roret** et n'est applicable qu'à la France et à l'Algérie. Les volumes expédiés à l'Etranger seront grevés des frais de poste établis d'après les conventions internationales.

Bar-sur-Seine. — Imp. Ve C. SAILLARD.



